TRATADO PRÁCTICO

DE

CERRAJERÍA

POR

E. BARBEROT

ARQUITECTO

AMPLIADO CON UN CAPÍTULO SOBRE HERRAJES Y CERRADURAS

ESCRITO ESPECIALMENTE PARA LA EDICIÓN ESPAÑOLA

POR

L. GRIVEAUD

ARQUITECTO-INGENIERO

VERSIÓN DE LA 4.ª EDICIÓN FRANCESA

POR

MANUEL COMPANY

INGENIERO

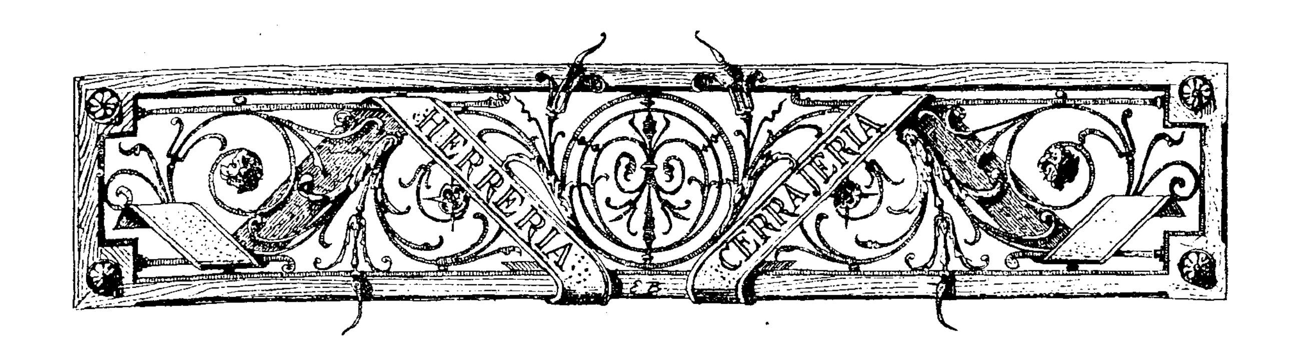


BARCELONA

GUSTAVO GILI, EDITOR

Calle de Enrique Granados, 45

MCMXXXII



INTRODUCCIÓN

El empleo del hierro en las construcciones es muy antiguo, pero hasta fines del siglo XVIII este metal, fabricado en pequeñas cantidades, sin herramental y sin método científico, era de elevado precio y apenas era utilizado más que para la confección de anclajes o grapas para unir las piedras y la mampostería, para consolidar los ensambles de las armaduras de madera o para ejecutar obras de cerrajería o de herrería artística.

Los artesanos de la edad media nos han dejado ejemplos que atestiguan su habilidad y un conocimiento profundo de las cualidades y defectos del metal, así como de los procedimientos más apropiados para su aplicación en obra.

La cerrajería comprendía también entonces las verjas de cercados y las rejas de los huecos de puertas o ventanas (que los antiguos hacían de bronce fundido, procedimiento aun empleado en el siglo IX), pero principalmente, es en los herrajes donde el arte del forjador adquirió un grado de perfección que nosotros no hemos rebasado. Los pernios, goznes, cerrojos, pestillos y cerraduras de esa época, son trabajos de primer orden; además de la belleza de la forja, del gusto empleado en su composición, se nota en ellos un buen sen-

tido, una comprensión lógica y perfecta de las reglas de la buena construcción.

Con el empleo del vapor la industria creó un nuevo herramental e hizo rápidos progresos. La metalurgia se transformó también, sustituyendo poco a poco, por métodos racionales, sus antiguos procedimientos empíricos. El hierro se encuentra entonces de una manera más eficaz en la construcción desde fines del siglo XVIII, pero no empieza, sin embargo, a adquirir gran extensión hasta el establecimiento de los ferrocarriles, con la creación de las obras de arte que ellos necesitan y los progresos considerables realizados desde esta época por el laminado y por la manera perfecta de efectuar los ensambles con el remachado.

El metal que hoy día nos entrega la industria, con sus cualidades no sospechadas hasta entonces y su precio relativamente bajo, constituye para nuestras construcciones un material precioso que puede luchar con la piedra y con la madera, y cuyo empleo es hasta indispensable cuando se trata de salvar grandes luces con el mínimo de puntos de apoyo, lo que constituye un problema muy general y cada vez más frecuente, tanto por lo que se refiere a los puentes o a los viaductos como a nuestras grandes armaduras industriales.

Este impulso se favorece también por los métodos de cálculo, que adelantan de día en día. Gracias a ellos, la repartición del metal en todas las partes de una construcción puede hacerse con una exactitud notable y conducen a realizar obras que parecen de un atrevimiento extremado para todos los espíritus no familiarizados con los recursos de la construcción moderna, de la que el metal es en cierto modo el tipo.

* * *

La fundición fué empleada por primera vez en las grandes construcciones por el ingeniero inglés Smeaton. Construyó con este metal calderas de vapor, bancadas de lami-

nadores, ruedas hidráulicas, el célebre faro de Eddystone; en 1767 se colaron los primeros carriles de fundición para una vía de mina de tracción animal; finalmente, desde 1776 a 1779 construyó este ingeniero el primer puente metálico del mundo sobre el Severn, en Coalbrookdale, con un arco de 31 metros de luz.

También se construyó en Inglaterra el puente de Wearmouth en 1796, cuyo arco de 72 metros de luz estaba más juiciosamente compuesto de marcos de fundición; después, en 1818, el puente de Southworth, y en 1829 el puente de Leeds sobre el Aire, cuyos arcos de fundición estaban formados por dovelas con sección de doble T.

En Francia se dejó en seguida sentir la influencia de las ideas inglesas. En París se aplicó a la pasarela del puente de las Artes, construída en 1803, el tipo del puente de Coalbrookdale; al puente de Austerlitz, construído en 1806, pero reemplazado en 1850 por el puente de piedra actual, el tipo del puente de Wearmouth. Pero en 1833 Polonceau imagina una nueva disposición que aplica al puente des Saints-Pères, en París, en el cual las cargas del tablero son directamente transmitidas por unos anillos a los arcos de fundición formados por tubos de sección transversal elíptica. En 1852 construyó Talabot sobre el Ródano el puente de Tarascón, que lleva siete tramos de 60 metros y que es el tipo más notable que se ha construído hasta nuestros días de una serie completa de obras de fundición.

Desde el principio del siglo XIX se hicieron algunos ensayos tímidos de puentes de hierro. En 1808 hizo construir Bruyère, de hierro forjado, un puente sobre el Croud, cerca de Saint-Denis, cuyo arco en celosía de 12 metros de luz es distinto de los tímpanos y se aproxima más a nuestros tipos modernos que a los que estaban en boga en aquella época.

Pero las operaciones del pudelado y del laminado se efectúan más corrientemente. Las forjas entregan a la industria, es cierto que a un precio todavía elevado, chapas, hierros

planos y angulares, y se empieza desde la segunda mitad del siglo XIX a construir puentes con hierros compuestos.

El primer gran puente de hierro construído en Europa es el puente Britannia, levantado por Robert Stephenson de 1846 a 1849, con dos tramos centrales de 140 metros de luz, cuya sección es un tubo rectangular de 4 metros de ancho y 7 a 9 metros de altura, de paredes completamente llenas formadas de chapas y de angulares. Es interesante recordar que las dimensiones de esta obra no fueron determinadas más que a consecuencia de experimentos ejecutados con modelos reducidos. El montaje no fué menos atrevido que la concepción, dada la época en que se hizo; cada tubo, que pesaba 1300 toneladas, fué montado por completo en la orilla, transportado por el agua hasta su emplazamiento y después levantado en una sola pieza a más de 30 metros de altura con cadenas movidas por prensas hidráulicas.

Algunos otros tubos fueron construídos en Inglaterra y en América, pero pronto se dieron cuenta de que las paredes horizontales o tablas flexaban y que era preciso reunirlas en mayor número de puntos con las paredes verticales o almas. El tubo fué abandonado y el tablero fué constituído por dos vigas laterales, con una o dos almas, enlazadas por viguetas.

El puente de Asnières, construído en 1852, pertenece a este tipo. La flexión de las almas está evitada por refuerzos, verticales al principio y después inclinados cerca de los apoyos, donde los esfuerzos cortantes son mayores.

Pero pronto se hicieron objeciones sobre la oportunidad de las almas llenas que ofrecían una gran superficie al viento, ocasionaban un gasto exagerado de primera materia y estaban sometidas a dilataciones desiguales bajo la acción de los rayos solares. Las almas vaciadas sustituyeron entonces a las almas llenas de chapa, y se emplearon barras de hierros planos inclinadas aproximadamente a 45° formando una celosía de mallas apretadas. El puente de Argenteuil construído en 1863 pertenece a este tipo.

Las vigas con nervios curvos o cordones en arco se desarrollaron paralelamente con las vigas rectas, sobre todo en Alemania, a consecuencia de los estudios de Schwedler.

Finalmente, los puentes de vigas salvan una etapa importante. La continuidad sobre las pilas que estaba muy en boga por la economía que proporcionaba y la facilidad del montaje por lanzamiento presenta inconvenientes debido a la incertidumbre en el mantenimiento absoluto del nivel de los apoyos. Para no renunciar a la economía que procura un empotramiento parcial sobre los apoyos se construyeron algunas obras de altura variable. De este modo es como, desde 1870, refuerza Langer una viga continua por la adición de un cordón superior de suspensión que da el aspecto de un puente colgante. En 1864 presentó Ruppert para la construcción de un puente sobre el Bósforo un proyecto en el cual los cordones tienen la forma de dos parábolas penetrándose de tal manera que en cada punto la altura sea proporcional al momento flexor.

Gerber tuvo entonces la idea de las vigas continuas con articulaciones fuera de apoyos, procurando en éstos el empotramiento más favorable. Así construyó en 1872 el puente de Vilshofen sobre el Danubio, y esta disposición, desde luego notable, ha sido aplicada a un gran número de obras, bien con vigas de altura constante, bien con vigas cuya altura varía en cada punto proporcionalmente al momento de flexión. El puente del Forth en Escocia, construído desde 1883 a 1890, con dos vigas principales de 521 metros de longitud, el puente de Tchernavoda sobre el Danubio, construído en 1890, el puente de Tolbiac, en París, son aplicaciones de este sistema.

Los puentes en arco han sufrido también importantes transformaciones. Al principio estaban formados por un arco que servía de apoyo al larguero por medio de piezas verticales, circulares, en N o en cruz, porque las fórmulas de que se

disponía no se aplicaban más que a arcos sencillos. Cadiat imaginó fijar las dos extremidades del larguero a los estribos en las obras de un solo tramo y a los largueros inmediatos en los puentes de varios tramos; el puente de Arcole, con una sola arcada, construído en 1855, y el puente de Szegedin, en Hungría, con ocho arcadas solidarias, construído desde 1856 a 1859, han sido concebidos según este sistema; pero se dieron cuenta de que este empotramiento o continuidad de la viga maestra era perjudicial bajo la acción de la temperatura.

En ciertas obras los apoyos están constituídos por placas que procuran un empotramiento parcial; otros están francamente articulados en los arranques, como lo hicieron Couche, Mantion y Salle desde 1858 en el puente del ferrocarril de París a Creil, sobre el canal de Saint-Denis; finalmente se han llegado a hacer los arcos independientes de la acción de la temperatura colocando una tercera articulación en la clave; el viaducto de Austerlitz, sobre el Sena, para el metropolitano de París, ha sido la primera aplicación de este sistema a los puentes de ferrocarril.

La construcción de arcos ha franqueado una nueva etapa realizando un empotramiento parcial sobre los apoyos por una prolongación en ménsula o culata, permitiendo incluso dotar el arco de una tercera articulación en la clave para sustraerlo a los efectos de la temperatura. El puente de Mirabeau en París, y el viaducto de Viaur, principalmente, pertenecen a este sistema.

Hay que clasificar también en la categoría de arcos, los puentes de muletas imaginados por la Compañía de Caminos de Hierro del Este. El puente del bulevar de La Chapelle, el de la calle de Vouillé y el viaducto del Metropolitano en el muelle de Grenelle, en París, ofrecen ejemplos de ello. En el metropolitano de Berlín se ha hecho uso de un sistema de puente con muletas y culatas que parece muy racional.

* * *

La construcción de cubiertas metálicas ha aprovechado los progresos realizados por la metalurgia, los métodos de cálculo y los detalles de ensambladuras o técnicos realizados por los puentes.

Las antiguas cubiertas del Teatro Francés fueron construídas de hierro forjado a fines del siglo XVIII, pero costaron tan caras que este ejemplo no se siguió, y cuando fué preciso reconstruir la cúpula del Mercado de trigos, incendiada en 1802, se decidió hacerla de fundición. Esta cúpula, que es hoy día la Bolsa de Comercio, es aún digna de admiración; construída en 1809 según el proyecto de F. Brunet, mide 39,26 metros de diámetro y se compone de 51 arcos o meridianos unidos por 15 anillos o cinturas.

A pesar de estos ejemplos, las cubiertas metálicas son raras en la primera mitad del siglo XIX. Sin embargo, señalaremos algunas cerchas y vigas de fundición en la estación de Saint-Lazare que deben ser anteriores a la primera ampliación de la estación hecha por Flachat en 1852. Se han sustituído también por tirantes de hierro las armaduras de madera de gran luz; de este modo fué construída en 1839, por el arquitecto Hittorf, la cubierta cónica del Panorama de los Campos Elíseos con un sistema de cerchas de madera y tirantes de hierro sobre una circunferencia de 39 metros de diámetro.

En esta época es también cuando aparece la cercha Polonceau, verdadera armadura mixta con pares de madera, tirantes de hierro forjado y manguetas de fundición. Sin embargo, poco a poco se reemplazan los pares y las correas de madera por vigas de hierro doble T, creándose así un tipo muy sencillo, universalmente adoptado y que se encuentra aún hoy día frecuentemente.

En la segunda mitad del siglo XIX, las cubiertas metálicas son más numerosas y aparecen nuevas formas. De 1854 a 1857

Baltard y Callet construyen el Mercado Central de París; se desarrollan las cerchas trianguladas, con elementos remachados, de formas diversas, especialmente en Inglaterra.

Las cerchas en arco han adquirido también un gran desarrollo. En la Exposición universal de 1855, Barrault cubría la nave central con un arco de 50 metros de luz que produjo un gran efecto y sirvió de punto de partida al estudio de muchos tipos de cerchas en arco.

En la Exposición de 1867, Krantz realiza en parte el problema de la construcción económica e industrial componiendo su gran galería, de 35 metros de luz y de 25 metros de altura bajo la clave, por medio de pilares y de arcos, todo de chapa y hierros en escuadra, y llevando los tirantes al exterior por encima de los arcos.

La Exposición de 1878 presenta un nuevo progreso. De Dion construye la galería de máquinas con cerchas en celosía continuas cuyos pilares rectos de chapa van empotrados en el suelo. Estas cerchas tienen 35 metros de luz y 22 metros de altura bajo la clave, y sus condiciones de establecimiento han dado lugar a una teoría que ha tenido cierta resonancia.

En 1889, Contamin construye las grandes cerchas de la Galería de máquinas, de 113,50 metros de luz, y las del Palacio de Bellas Artes, de 52 metros de luz, con arcos articulados en los arranques y en la clave, para tener tres puntos por donde pase con seguridad la curva de presiones y calcular así la cercha con más exactitud. Han constituído la admiración de todos los entendidos.

Pero, mientras que hasta entonces los constructores franceses se habían ceñido al empleo del hierro, se ve tomar al acero una parte preponderante en las construcciones americanas en la Exposición de Chicago, en 1893, en donde llamó mucho la atención la gran cúpula de más de 100 metros de diámetro y 80 metros de altura.

Desde el punto de vista constructivo las armaduras de cubiertas han hecho grandes progresos en la segunda mitad

del siglo XIX. Puesto que la cuestión económica desempeña un gran papel, se trata de prescindir cada vez más de las piezas forjadas y se abandonan los tirantes con tensores. Se sustituye así cada vez más el hierro a la fundición en la composición de gran número de piezas que se acostumbraba fabricar con esta materia; el hierro se presta, en efecto, mejor que la fundición a la construcción económica de pilares adoptando una sección vaciada fácil de componer; simplifica los ensambles y permite una rigidez del conjunto que no se obtiene con la fundición más que por medio de disposiciones complicadas y costosas.

Otro perfeccionamiento no menos importante y que parece ser de origen francés, es la sección tubular que se da a las cerchas de gran luz. Aproximando las cerchas por pares se obtienen cerchas acopladas que ofrecen más estabilidad durante la operación del montaje. Distanciando más las cerchas, resulta en realidad un pequeño aumento en el peso de las correas, pero el montaje es menos costoso y la vista queda más satisfecha, pues las líneas principales de la armadura se destacan mejor y en menor número.

* * *

Los suelos de fundición eran corrientemente empleados en Inglaterra desde fines del siglo XVIII. En 1801, Watt daba a las vigas de la gran hilandería de Selford la forma de una T invertida, cuya parte plana horizontal quedaba en la parte inferior y con un espesor uniforme, lo cual parecía más racional que la forma rectangular, que era una imitación de las vigas de madera.

Más tarde, hacia 1825, Tredgold demostró las ventajas de la forma en doble T y los suelos de fundición se multiplicaron rápidamente. Pero ocurrieron graves accidentes, especialmente en Oldham, en la cárcel de Northfleet, etc., y el gobierno inglés nombró una comisión especial encargada de

estudiar la aplicación de la fundición a las obras públicas. Por su parte, los sabios y los industriales emprendieron el examen de este problema, y el número de experimentos de todas clases que se hicieron entonces es considerable.

En 1845 fué cuando, a consecuencia de la huelga de carpinteros de armar, se empezó en París a emplear el hierro laminado en la construcción de suelos y, por lo pronto, se emplearon hierros planos puestos de canto cuidadosamente arriostrados y forjados con obra para evitar su movimiento. Esta rutina del relleno de yeso subsiste aún hoy día a pesar de sus inconvenientes, tales como su peso excesivo y sobre todo la extremada facilidad con que el hierro se oxida en el yeso. Sin embargo, parece que un modo de construcción que se aplicaba con las vigas de hierro plano no es ya necesario con los perfiles laminados que nosotros empleamos ahora, y, sobre todo, teniendo en cuenta el número considerable de sistemas de forjados de botes para suelos que hoy existe.

En la segunda mitad del siglo XIX las forjas laminan el hierro doble T de alas iguales y su aplicación a los suelos hace rápidos progresos.



CAPÍTULO PRIMERO

Hierro, fundición, acero, combustibles

HIERRO. — Hierro propiamente dicho. El mineral y su tratamiento; producción del hierro. Cualidades y propiedades del hierro. Textura del hierro. Influencia del calor. Principales procedencias. Pruebas. Galvanización.

FUNDICIÓN. — Fundición propiamente dicha. Producción de la fundición, fundición maleable.

ACERO. — Acero propiamente dicho. Producción del acero. Empleo del acero en las construcciones. Temple.

COMBUSTIBLES. — Carbón vegetal. Turba. Hulla. Coque.

Hierro

El hierro está muy esparcido en la Naturaleza; se le encuentra en todas las formaciones geológicas, combinado con el oxígeno, el carbono, el azufre, la sílice, etc.

Los principales minerales empleados son:

El *hierro magnético,* que es un óxido muy rico;

El *hierro oligisto* o peróxido de hierro;

El *hierro oxidulado,* que se subdivide en: hematites roja oxidada, roja compacta, oxidada roja de ocre;

El *hierro hidratado,* hidratado pardo o hematites parda, hidratado compacto, hidratado granuloso, hidratado oolítico, limonita hidratada;

El *hierro carbonatado* o de las minas de hulla, espático blanco, espático pardo, carbonatado litoide;

El *hierro silicioso.*

El mineral más a propósito para la producción de hierro es una combinación de oxígeno con hierro puro, es decir, un óxido de hierro; se encuentra debajo de tierra en capas, filones o venas o diseminado en las arenas o depósitos de aluvión; además del oxígeno está mezclado a menudo con materias extrañas llamadas gangas.

Las capas de mineral se presentan con un espesor bastante uniforme y paralelas a los planos de estratificación de los terrenos en que se encuentran.

Uno de los métodos más antiguos de tratamiento del mineral consiste en echar en el hogar juntamente el mineral y el combustible; se produce una masa compacta que contiene el hierro y las gangas que van mezcladas con el mineral; se bate entonces esta masa para expulsar las materias inútiles. Es el método llamado catalán.

La producción del hierro en gran escala se verifica en los altos hornos; se añade al mineral carbonato de cal (castina), que hace la ganga fusible, y carbón o coque; la elevada temperatura obtenida con una máquina soplante produce la combinación del hierro con una cierta proporción de carbono, lo que da lugar a la fundición.

Para convertir esta fundición en hierro hay que quitarle el carbono y la sílice; se procede entonces a la operación llamada *afino*, que consiste en descarburar la fundición por su fusión bajo una corriente de aire caliente que elimina el carbono y el azufre y en batirla en el martinete para expulsar las escorias.

El *pudelado* difiere del *afino* tan sólo por la naturaleza del combustible; el horno de afino se calienta con carbón vegetal, y el de pudelar con hulla.

Los hierros obtenidos con carbón vegetal son muy superiores.

El buen metal debe ser gris claro y su fractura debe presentar granos finos y apretados; la fractura mezclada de fibras y de facetas indica un afino defectuoso.

La calidad de los hierros depende naturalmente de la de los minerales de que se han extraído; los minerales impuros que contienen azufre, fósforo, arsénico, etc., dan hierros de mala calidad, hierros quebradizos, difíciles de forjar o de soldar, etc.

Las principales cualidades del hierro son: la ductilidad, la maleabilidad, el nervio, la fuerza, etc.

Los defectos son: la presencia de cuerpos extraños, las pajas, la oxidación, etc.

Se producen varias especies de hierro: hierro dulce, hierro duro, hierro quebradizo en frío, hierro mestizo, hierro quebradizo en caliente, hierro agrio o quebradizo en frío, hierro defectuoso.

Hierro dulce. Es el más puro, el más dúctil; su textura granular se hace fibrosa por el laminado, es maleable en frío y en caliente; se quema fácilmente en la forja.

Hierro duro. Debido a las sustancias que contiene, es resistente pero también es frágil y la sílice que encierra le da una tendencia a romperse en frío.

Hierro fuerte. Muy resistente a todos los esfuerzos; es a propósito para la forja.

Hierro quebradizo en frío. Es a menudo duro, su fragilidad es debida a la presencia de fósforo.

Hierro mestizo. Posee las cualidades y defectos de los hierros dulces y duros; contiene a menudo azufre y hasta arsénico.

Hierro quebradizo en caliente o hierro vidrioso. Es dulce, dúctil y plegable en frío, lo cual es una buena cualidad, pero sus aristas se levantan; la fractura, a menudo fibrosa, es oscura y sembrada de granos amarillentos; se forja al rojo blanco, salta martillándolo al rojo cereza; finalmente es difícil de soldar, poco resistente y muy oxidable.

Hierro agrio. Se rompe en frío; si se le dobla o se le golpea, la fractura presenta pequeñas facetas; se suelda bien, pero es demasiado duro para ser trabajado con la lima.

Hierro defectuoso. Esta especie comprende todos los hierros mal afinados y que han conservado sustancias extrañas en cantidad bastante grande: cenizas, azufre, escorias, etc.

Los defectos de los hierros que proceden de la fabricación, aparte de la calidad del metal, son:

Las *pajas* que se levantan en forma de escamas;

Los *escarabajos*, puntos en que el hierro no se ha soldado al martillarlo;

Los *pelos* o hendiduras transversales que a veces son invisibles al exterior;

Las *cenizas* o pequeñas manchas grises en la superficie, que no dañan más que para el pulimento.

Las pajas, los escarabajos y los pelos perjudican a la resistencia y pueden determinar la rotura de las piezas.

La textura del hierro es granular, cristalina o fibrosa; cuando es granular y cristalina el hierro es más quebradizo; la forma fibrosa es más favorable y da al metal mayor flexibilidad.

Principales procedencias del hierro

Los hierros más estimados son los del Franco Condado. El Berry, el Allier, dan hierros de mucho nervio y muy fuertes. El Ariege, los Pirineos, dan también buenos hierros.

Los departamentos del Este producen hierros de calidades medias.

En España el hierro para construcción es suministrado principalmente por Vizcaya y Asturias.

Los hierros empleados en trabajos cuidadosos proceden de Suecia y son a la vez dulces y fibrosos.

Pruebas

Las pruebas se efectúan en frío y en caliente: en frío se inicia ligeramente el corte del hierro que se va a ensayar con la tajadera, y apoyando después la pieza sobre la parte cua-

drada del yunque se hace caer el extremo golpeándolo con el macho siempre en el mismo sentido; si el hierro es bueno, la fractura debe presentar un aspecto fibroso, un conjunto de filamentos en los que se percibe el alargamiento y que demuestran que el hierro es tenaz y fibroso.

Si, por el contrario, la fractura presenta facetas y es cristalina, el hierro es quebradizo y malo.

La segunda prueba, mixta, consiste en hacer plegar el hierro un ángulo de 30°, aproximadamente, a derecha y a izquierda del eje de la barra, cuatro o cinco veces en frío y en caliente; el hierro que resiste, no se agrieta y vuelve a tomar su forma primitiva puede considerarse como de buena calidad. No debe sorprender si durante estas operaciones ha sufrido un ligero alargamiento.

Finalmente, la prueba en caliente, que es en realidad una aplicación en obra, se compone de tres operaciones: la primera forjar el hierro en punta aguda; la segunda reducirlo con el martillo a una lámina ancha de un espesor aproximado de 6 mm., y finalmente punzonarlo cerca del borde en caliente sin que se desgarre.

Galvanización

El defecto que presenta el hierro de oxidarse rápidamente ha obligado a buscar la mejor manera de protegerlo; las pinturas de minio, de alquitrán, de cerusa, al óleo o a base de asfalto, no siempre son eficaces, y desde principios del siglo XIX se tuvo la idea de recubrir la pieza de hierro que se quiere proteger con una delgada capa de zinc.

La pieza es primero desoxidada, operación que consiste en sumergirla durante varias horas en una cubeta llena de agua acidulada para quitar el óxido de hierro; después de lavada y seca se sumerge en el metal fundido, de donde se retira recubierta de una capa de zinc.

La galvanización presta grandes servicios para las obras de hierro expuestas al aire y al agua, y ha recibido numerosas aplicaciones.

Fundición

La fundición es el producto directo del alto horno; es hierro que contiene de 2,5 a 6 % de carbono.

La primera colada procedente del alto horno es muy impura; fundida por segunda vez se purifica y toma el nombre de *fundición de segunda fusión.*

Se emplea la *fundición de tercera fusión* para las fundiciones dedicadas a la ornamentación.

Las diferentes clases de fundición son: la gris, la blanca y la atruchada.

La *fundición gris,* llamada también *fundición blanda,* tiene en su fractura un color gris perla oscuro, su textura es hermosa y homogénea, es tenaz, resistente, se trabaja con lima y cincel; se puede tornear y rebajar. Posee cualidades de maleabilidad que permiten batirla ligeramente para darle el aspecto del hierro forjado.

La *fundición blanca* tiene, como indica su nombre, un color claro y el carbono forma un cuerpo homogéneo con el metal; su fractura es laminar, es muy quebradiza y tiene casi la dureza del acero templado; es buena para ser empleada para esfuerzos de compresión en masas que puedan ser utilizadas sin mano de obra de lima o de cincel; más fusible que la fundición gris es menos flúida y se presta poco a la fundición de objetos de pequeñas dimensiones o de formas delicadas.

La *fundición atruchada* es una mezcla de las dos primeras; su fractura está sembrada de puntos grises y blancos. Según las proporciones de la mezcla tiene las cualidades de la fundición blanca y de la fundición gris.

A veces hemos encontrado en piezas de fundición cuya sección tenía partes gruesas y otras delgadas, los caracteres

de color y de dureza observados en la fundición atruchada, la homogeneidad de la mezcla era incompleta y mientras que una parte de la pieza se conducía bien en el trabajo con la lima, otra parte la rechazaba.

Fundición maleable

La fundición maleable es una clase de hierro; según la calidad de la fundición empleada en su fabricación se obtiene un metal que puede ser tan maleable y aun más que los hierros de calidad ordinaria.

Las piezas son coladas de fundición ordinaria, después expuestas a una elevada temperatura prolongada en el seno de una materia oxidante (generalmente hematites roja), el metal se desembaraza de su carbono en una profundidad más o menos grande, y la fundición, que hubiera sido muy difícil de trabajar antes de su descarburación, se hace muy suave a la lima, puede rectificarse, plegarse y presenta todas las cualidades del hierro.

La fundición maleable es conveniente sobre todo para pequeñas piezas que pueden fácilmente ser descarburadas hasta su interior. Más adelante volveremos a tratar del empleo de esta fundición.

Otro procedimiento consiste en calentar simplemente al rojo, al abrigo del contacto del aire y durante largo tiempo. Se obtiene un producto que se puede atacar por la lima y el cincel, pero el carbono no puede desaparecer y cambia simplemente de estado: en lugar de estar mezclado en la masa del metal se combina con él transformándose de este modo, por decirlo así, en carbono de cementación.

Acero

El acero es el intermedio entre el hierro y la fundición. Es un hierro combinado con carbono y con silicio.

El carbono entra en la composición del acero desde el 3 al 15 °/₀₀; la cantidad de sílice es casi despreciable.

Contrariamente al hierro, que para ser bueno debe ser fibroso, el buen acero debe tener una fractura de grano muy fino y homogéneo.

La principal cualidad del acero es el temple que lo endurece y lo hace flexible, elástico, le permite doblarse bajo un esfuerzo y volver a tomar en seguida su forma primitiva.

El temple (del cual volveremos a ocuparnos más adelante) consiste en hacer pasar bruscamente el acero desde una temperatura elevada a otra muy baja; cuanto mayor es la diferencia de temperatura más duro se hace el acero.

En estado natural, es decir, antes del temple, el acero es gris claro, puede adquirir un hermoso pulimento y es muy brillante (en el siglo XVI todavía se hacían espejos con él); expuesto a la acción del calor, el acero pulimentado toma diversas coloraciones o ligeras oxidaciones superficiales; pasa del amarillo gris al amarillo claro, al amarillo anaranjado, al pardo, al púrpura, al azul de Prusia, al índigo y al verde de agua.

Para distinguir el hierro del acero se toca este último con ácido nítrico; se produce una mancha negra, que no aparece sobre el hierro aunque se le ataque con el mismo ácido; el acero forjado se distingue también del hierro por su sonoridad y por su grano.

Los aceros se clasifican en varias especies según los procedimientos de fabricación del metal.

El *acero natural* o *acero de forja* se obtiene, como el hierro, tratando minerales ricos por el método catalán. La zamarra se carbura al contacto prolongado del carbón vegetal y el batido le da cierta homogeneidad, pero el producto es más bien un hierro acerado y duro.

El *acero de cementación* se obtiene exponiendo barras de hierro al carbón vegetal de buena calidad en cajas llenas de polvo de carbón y calentando varios días a una elevada

temperatura; el carbono se introduce en el hierro, con el cual se liga fácilmente.

La fractura del acero de cementación es laminar; después del temple tiene un grano fino y muy igual; su color es gris azulado. Como para el acero natural, el batido aumenta la homogeneidad del acero así obtenido, que se puede todavía hacer más duro por una segunda cementación y un segundo batido.

Al tratar de la fundición maleable hemos dicho que no era práctica más que en piezas de pequeñas dimensiones; otro tanto diremos para el acero de cementación; se comprende que, a menos de tener un cuidado particular, ocurra frecuentemente que el carbono no penetre en igual cantidad hasta el centro de las piezas.

Para regularizar la penetración del carbono se ha llegado a fundir el acero en un crisol abrigado del contacto del aire, asegurando así una saturación igual en toda la masa.

El *acero fundido* se obtiene fundiendo en crisol una de las dos clases precedentes de acero, natural o de cementación, y forjando en seguida; su fractura es compacta, fina, homogénea y de un gris blanco.

Para ser forjado, debe ser calentado al rojo cereza y martillado con pequeños golpes; se suelda muy difícilmente y tan sólo después de haber sido forjado.

Se emplea principalmente para la cuchillería y para las herramientas destinadas al trabajo de metales.

El *acero Martin* se obtiene haciendo reaccionar en un horno de reverbero llevado a una temperatura muy alta, hierro dulce o chatarra sobre la fundición, con o sin adición de minerales ricos en hierro destinados a proporcionar, en unión con el aire ambiente, el oxígeno necesario para la escorificación del silicio y del manganeso de la fundición. Las muestras que se sacan durante la marcha de la operación permiten obtener un metal muy homogéneo y de la calidad deseada.

El *acero Bessemer* se obtiene quemando el exceso de car-

bono contenido en la fundición por medio de un simple chorro de aire. Esta reacción se verifica en un crisol de forma especial, llamado convertidor, que tiene el aspecto de una gran retorta de chapa que bascula sobre su eje.

Empleo del acero en las construcciones

Se dará la preferencia al acero sobre el hierro cuando para un volumen o un peso iguales se necesite mayor resistencia, un desgaste más lento o para obtener un aspecto más ligero sin que en nada disminuya la seguridad.

Si se toman como punto de comparación dos barras de hierro y de acero experimentadas a la tracción hasta la rotura, se encuentra para el hierro 32 Kg. por mm^2 y para el acero 42 Kg.

La fatiga normal no debe pasar de la cuarta parte de las cifras indicadas, pero las relaciones son constantes y por la sola comparación de estas cifras puede verse el partido que puede sacarse del empleo del acero en sustitución del hierro.

Temple

El temple ordinario consiste en hacer pasar el acero desde una temperatura muy alta a otra muy baja; las temperaturas intermedias dan al acero diferentes grados de dureza; se aprecia la temperatura por el color del metal caldeado. Se adoptan generalmente las siguientes denominaciones con las temperaturas correspondientes, expresadas en grados centígrados.

Rojo oscuro	de	550	a	650°	C.
» cereza	»	700	»	800°	»
» claro	»	850	»	900°	»
Amarillo	»	1000	»	1100°	»
Blanco	»	1200	»	1300°	»

Se puede dar al objeto templado una dureza menor por el recocido.

El grado de recocido está indicado por un tinte debido a una oxidación superficial del metal calentado al contacto del aire. El cuadro que sigue indica la concordancia de estos tintes con la temperatura:

Amarillo paja	232° C.
Pardo	254° »
Púrpura	277° »
Violeta	282° »
Azul oscuro	292° »
Verde	332° »
Gris de óxido	400° »

Cuando se obtiene el tinte deseado se sumerge la pieza en agua fría para retener la marcha del recocido.

Los líquidos que se emplean en el temple pueden clasificarse en el siguiente orden, según la energía de aquél: mezcla frigorífica (agua cargada de sal), mercurio, agua pura, aceite, agua de jabón, sebo, alquitrán, resina, plomo fundido, aceite de linaza hirviendo, mezcla de plomo y de estaño; en fin, para pequeñas piezas basta a veces agitarlas rápidamente en el aire para obtener un temple conveniente.

Combustibles

Los combustibles empleados para la fabricación y el trabajo del hierro tienen una doble misión: producen calor y obran sobre el metal como agentes químicos, hasta el punto que cambian su naturaleza.

Tan sólo nos ocuparemos de los combustibles empleados en la forja, que son: el carbón vegetal, la turba, la hulla y, en rigor, la leña, la hulla magra, el coque, etc.

El carbón vegetal da por Kg.	7600	Cal. [1])	con	0,020 Kg.	de ceniza
la turba secada al aire	3550	»	»	0,050 »	»
la hulla de fragua	7200	»	»	0,018 »	»
el coque (buena calidad)	7400	»	»	0,050 »	»
la leña seca	4000	»	»	0,010 »	»

[1]) Se llama caloría la cantidad de calor necesaria para elevar en 1° la temperatura de 1 litro de agua; hacen falta 100 Cal. para hacer hervir 1 litro de agua partiendo del hielo derretido.

Carbón vegetal

El carbón vegetal es el residuo fijo que procede de la destilación de la madera y de su combustión incompleta.

El carbón vegetal se obtiene bien sea quemando al aire libre en montones, procedimiento de los bosques, bien sea en retortas de destilación que permiten, además del carbón, recoger los alquitranes y productos volátiles, ricos en ácido acético y en espíritu de madera.

La madera da, aproximadamente, en carbón un 35 % de su volumen.

El carbón vegetal es denso si procede de una madera dura, y ligero si procede de una madera blanda. No empieza a arder hasta 240°.

Turba

La turba está formada por la acumulación de restos vegetales en bancos horizontales; contiene poco azufre.

En estado natural da muchas cenizas y no puede ser empleada más que muy concentrada o en el estado de carbón y únicamente para la forja con martinete.

Hulla

La hulla es una roca negra, más o menos oscura, resultado de la destrucción de los bosques herbáceos debida a trastornos en la corteza terrestre; contiene carbono, gases bituminosos, materias infusibles y terrosas.

Clasificadas por su utilidad, se tienen: la *hulla grasa* bituminosa, la *hulla semigrasa* de llama larga, la *hulla magra* de llama corta y la *hulla seca*.

La hulla grasa es la más favorable a la soldadura; su facultad de aglutinarse permite fácilmente rodear el hierro

formando una bovedilla por encima, concentrándose de este modo el calor y evitando la oxidación.

La hulla semigrasa es menos favorable que la precedente para la forja, pero puede, sin embargo, ser empleada en ella.

La hulla magra es más conveniente para calentar las calderas.

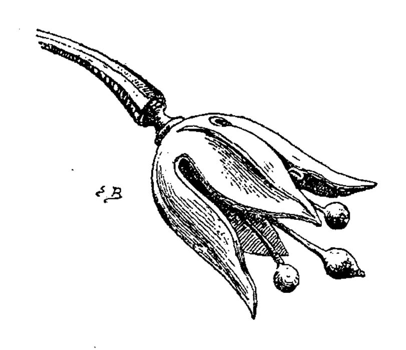
La hulla seca no es conveniente en cerrajería.

Coque

El coque es el carbón que proviene de la destilación de la hulla; tiene un aspecto poroso de color gris de hierro.

El coque es el combustible que da más calor, pero no arde más que en masa y bajo la influencia de una corriente rápida de aire.

En los altos hornos reemplaza a la hulla, que no puede ser empleada a causa de la cantidad de azufre que contiene.



CAPÍTULO II

Suelos de hierro, dinteles, jácenas, vigas

SUELOS EN GENERAL. — Hierros empleados: I, I, ⊥, Λ.

SUELOS ORDINARIOS. — Forjados. De cascote y yeso. De escoria de fragua. De mortero y morrillo. De botes. Bóvedas de ladrillos macizos; de ladrillos huecos. De hormigón de corcho. Monolitos. De chapa. Revestidos con maderas visibles. Guarnecidos con staff. Gemelas. Sobre vigas.

SUELOS ENSAMBLADOS. — Ensamblados ordinarios. Ensamblados sobre columnas. Voladizos sobre columnas. Suelos provisionales. Partes con losas de vidrio. Brochales.

ELEMENTOS SECUNDARIOS DE LOS SUELOS. — Riostras, cuadradillos, tirantes, pernos.

CONSOLIDACIÓN DE LOS SUELOS DE MADERA.

ANCLAJES. — Anclaje en general. De los sótanos. Conjunto de un anclaje. Tirantes. Platabandas, juntas. Anclas. Platinas. Empotramientos. Farolillos de doble paso. Entre alas de edificios. De hierro redondo, T, doble T y ladrillo.

DINTELES, JÁCENAS. — Simples. De varias vigas. Aparentes. Armados. Subtendidos. Con pares de hierro cuadrado. Con hierro doble T. Con tirantes. Con pendolón. Suspendidos.

VIGAS. — De alma llena. Tubulares. En celosía.

De los suelos en general

El empleo del hierro en la construcción de los suelos está muy generalizado.

Además de sus cualidades de resistencia, del poco espesor que permite dar a los suelos, de su inalterabilidad en las partes empotradas, permite el empotramiento de las vigas en los muros medianeros en los cuales con la madera no se

pueden empotrar más que las vigas maestras que llevan brochales.

Las vigas utilizadas en el sistema de anclaje dan también una seguridad mucho mayor; con una viga de madera anclada en hierro y sometida a una tracción que puede ser considerable, cede, la madera se comprime bajo la presión del perno y se produce una extensión del anclaje que puede ser fatal para la construcción; además las vigas de madera se pudren rápidamente en los tramos empotrados.

Los suelos de hierro dispuestos según las exigencias de la planta, están, como los de madera, formados por viguetas, brochales, vigas maestras o jácenas; difieren por la separación más grande de las primeras, que en los suelos de madera se encuentran colocadas a una distancia de 0,30 a 0,40 m. de eje a eje, mientras que en los de hierro las distancias entre las viguetas varían, según las condiciones de las cargas de los suelos y el sistema de forjado, de 0,50 a 1,00 m. de eje a eje.

La construcción de un suelo ordinario no presenta ninguna dificultad. Su estructura es la misma que la del suelo de madera (véase más adelante la figura 55 que presenta un ejemplo de suelo).

Una disposición que debe recomendarse y que es muy buena, consiste en colocar las vigas próximas a los muros a la mitad de distancia solamente. Así, por ejemplo, si la separación entre vigas es de 0,70 se colocarán las primeras a 0,35 del muro. La razón de esta disposición es que adosados al muro se colocan los muebles más pesados y se depositan, en general, los objetos de mayor peso.

Diversas formas de hierros

EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUELOS

Aunque en general se emplea el hierro doble T, debemos decir que también pueden emplearse:

1.° El *hierro plano* puesto de canto a pesar de que su sección dista mucho de ser tan favorable para la resistencia a la flexión como la del hierro doble T; puede ser empleado en la confección de un suelo forjado con cascote y yeso o con morrillo y mortero, con riostras o tirantes; el forjado lo sostiene lateralmente en toda su longitud y le hace trabajar en las mejores condiciones, dada su forma (fig. 1).



Fig. 1.

2.° Los *carriles* de hierro de doble seta o seta y zapata son también empleados algunas veces; si por consecuencia de una compra ventajosa se pueden adquirir estos hierros a bajo precio, como ocurre para los carriles ya usados, pueden todavía constituir suelos bastante buenos, pero tan sólo para pequeñas luces (fig. 2) o para dinteles; su sección, más favorable que la del hierro plano, es, sin embargo, en consideración a su peso, defectuosa, por razón de su poca altura, aproximadamente 0,13 m. Es cierto que se pueden aparear remachando o uniendo con pernos las zapatas una sobre otra, pero se comprende que entonces la masa procedente de las dos zapatas reunidas, que se encuentra precisamente sobre el eje neutro, no trabaja y es un peso considerable de hierro no solamente inmovilizado, sino que además contribuye a cargar inútilmente el suelo que debe ya soportar una carga dada.

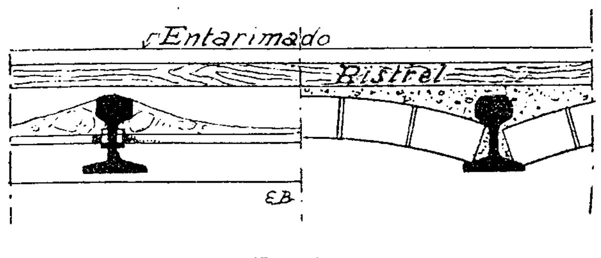


Fig. 2.

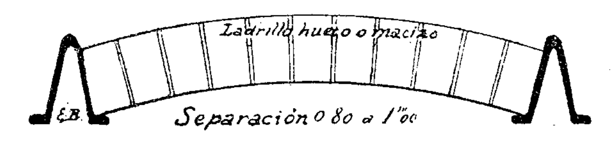


Fig. 3.

Los hierros Λ, llamados hierros zorés, reforzados en el

fondo y en las zapatas, ligeros en sus caras laterales, se presentan en bastante buenas condiciones; son apropiados sobre todo para recibir las dovelas (fig. 3).

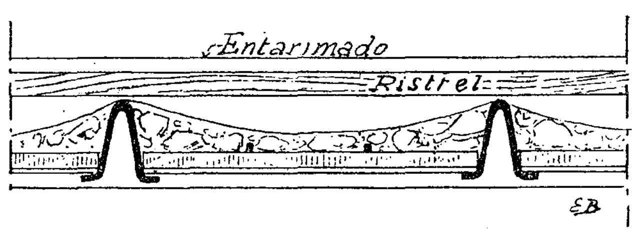


Fig. 4.

También pueden reunirse estos hierros por riostras y forjar el suelo con cascote y yeso, pero es conveniente fijar las riostras sobre el ala del hierro zoré para asegurar una separación constante (fig. 4).

Suelos ordinarios

FORJADOS CON CASCOTE Y CON YESO

Este género de suelos es el más comúnmente empleado en Francia; la separación de las vigas, que varía de 0,60 a 0,80 m., es por término medio de 0,70; están reunidas por riostras de hierro cuadrado, de 0,014 a 0,016 m., forjadas y enganchándose en dichas vigas; estas riostras llevan ordinariamente

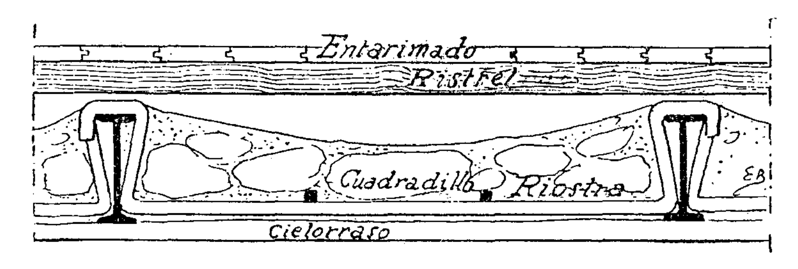


Fig. 5.

para la separación indicada entre vigas dos cuadradillos o tiras, que son unos pequeños hierros cuadrados de 0,007 a 0,009 y 0,011 m. (más adelante volveremos a tratar especialmente de las riostras y cuadradillos). El forjado de cascote y de yeso se hace colocando debajo de las vigas un piso provisional de tablas de andamio que se sostiene por traviesas apoyadas en mechinales o en puntales; se echa el yeso entre las vigas mezclando cascote privado de bistre (hollín),

después se moldea el yeso en forma de artesa redondeada en hueco como indica el croquis (fig. 5). Para hacer frente al empuje del yeso se deja un vacío entre el último tramo y el muro con el cual debe enlazarse el suelo; resulta un ligero bombeado de los hierros que mantenidos fijos en su parte empotrada no pueden sufrir la presión del yeso en toda la longitud, pero este inconveniente es menos grave que un empuje directo, sobre todo si se considera que todo suelo forjado produce un empuje sobre un muro acabado de construir. El enlace se efectúa después de haber fraguado el yeso por completo; se construyen también forjados llenos con cascote y con yeso.

SUELOS FORJADOS CON MORRILLOS Y MORTERO

El suelo forjado con mortero se hace de ordinario macizo; su armazón está, como en el suelo precedente, formada por hierros doble T, pero las riostras están reemplazadas por tirantes roscados separados de metro en metro y alternados, como indica la figura 6.

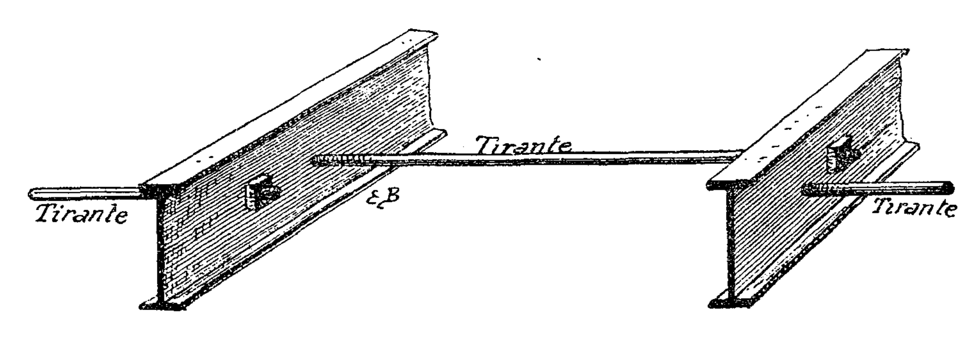


Fig. 6.

Construído el suelo de este modo no produce empuje y se puede emplear el forjado de cascote y de yeso, que fragua más pronto; el encofrado o piso provisional se hace del mismo modo que se ha indicado en el ejemplo precedente.

Este modo de forjado apenas se emplea más que en suelos de planta baja (sobre sótanos); constituído por restos de morrillo o piedras con cemento o cal hidráulica y arena

conserva mejor los pisos, siendo menos apto para propagar la humedad. Los cuadradillos descansan sobre los tirantes.

Para los suelos de planta baja puede recomendarse el forjado con escorias de fragua y cemento, bien sea forjado macizo, bien sea formando bóveda como indica la figura 7.

Se puede aumentar considerablemente la resistencia de las vigas construyendo las bovedillas con hormigón de grava y cemento portland dando al arco una gran flecha y colo-

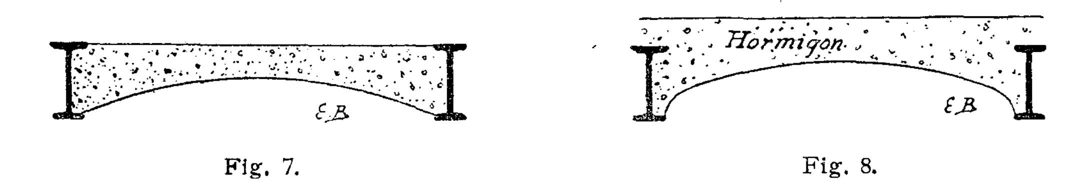


Fig. 7. Fig. 8.

cando 5 ó 6 cm. de hormigón por encima de las vigas (fig. 8). Esto traslada la fibra neutra y equivale a un aumento en la altura de las vigas.

Desde el punto de vista de la conservación de los hierros es preciso pintarlos con minio cuando el metal se encuentra en contacto con el yeso y abstenerse de pintarlos cuando el mismo metal se encuentre rodeado por mortero de cal o de cemento.

Suelos con forjado de botes

Este procedimiento es de una gran variedad en su forma. Las disposiciones principales son:

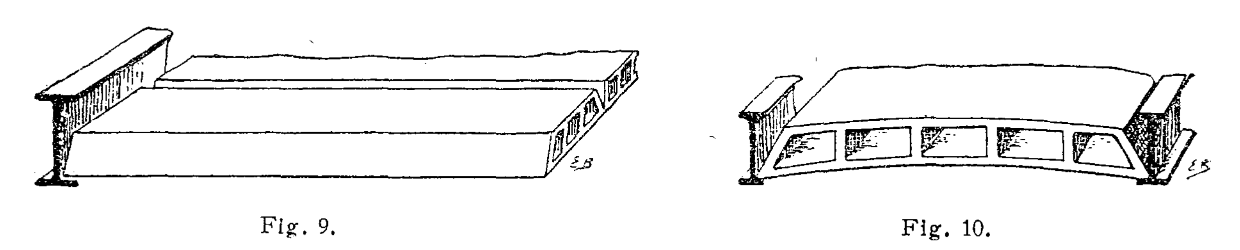


Fig. 9. Fig. 10.

1.° Grandes ladrillos rectos (ahuecados en sentido transversal a las vigas), biselados en sus extremidades y de 0,08 m. de grueso (figs. 9 y 11).

2.° Ladrillos abovedados, ahuecados en el mismo sentido que las vigas, biselados en los arranques (sistema Perrière, fig. 10).

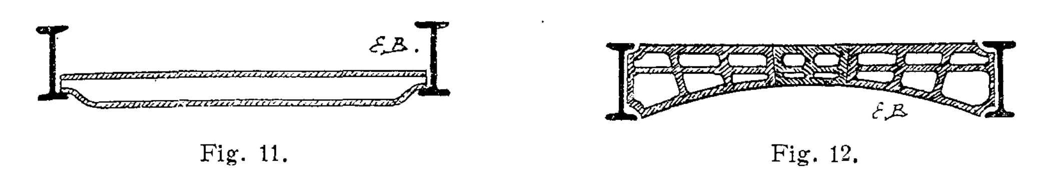


Fig. 11. Fig. 12.

3.° Ladrillos tubulares formando bóveda (sistema G. Simonnet, fig. 12).

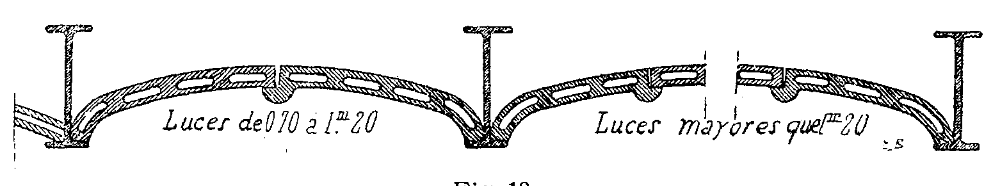


Fig. 13.

4.° Citaremos, en fin, los magníficos productos de la fábrica Muller. Dovelas curvas y huecas, las dovelas huecas con cubrejuntas y en varias piezas (fig. 13), y también los

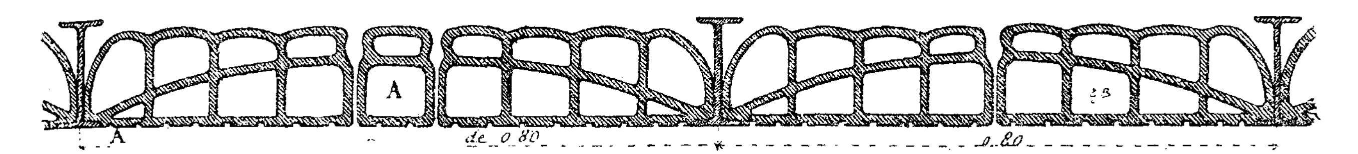


Fig. 14.

forjados ligeros, huecos con compartimientos y de arco interior, representados en la figura 14.

Suelos abovedados con ladrillos macizos

Este modo de construcción es muy empleado para los puentes, suelos de fábricas y, en general, siempre que han de resistirse cargas considerables; ya hemos dicho que los hierros zorés (véase la figura 3) se prestaban bien a esta clase de suelos, pero se fabrican también ladrillos especiales llamados *salmeres* que se adaptan al hierro en doble T y reciben el empuje.

Se comprende asimismo que cualquiera que sea la naturaleza del forjado empleado, yeso, mortero o cemento, el

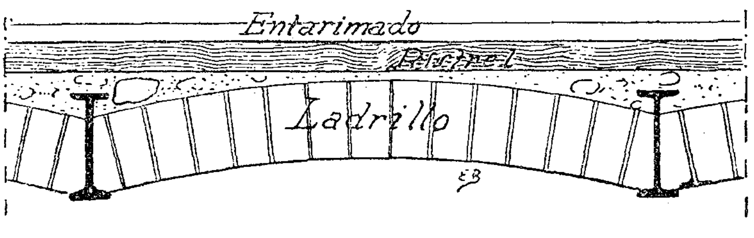


Fig. 15.

relleno se efectúa con la mayor facilidad y el empuje, rellenando bien el hierro, da toda la seguridad deseable (fig. 15).

Suelos abovedados con ladrillos huecos

Lo mismo que el precedente, este sistema se emplea en los suelos de fábricas y de almacenes; como casi siempre deben quedar a la vista y son más ligeros, se necesitan hierros menos fuertes; recomendamos el empleo del cemento para el forjado y las juntas.

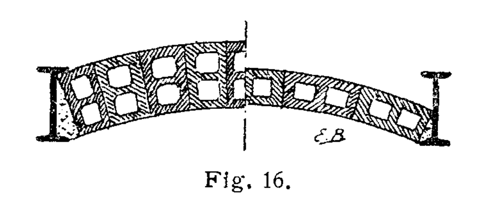


Fig. 16.

La ventaja de los suelos forjados con botes o abovedados con ladrillos es la de secarse muy rápidamente y permitir casi inmediatamente la colocación de las solerías (fig. 16).

Suelos forjados con hormigón de corcho

Se obtiene un suelo de una gran ligereza forjándolo con hormigón de corcho (figura 17).

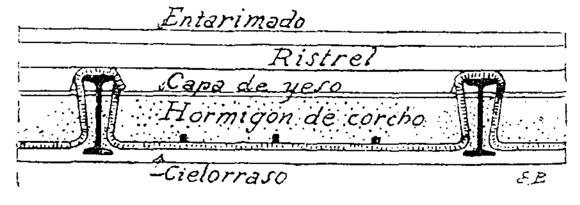


Fig. 17.

Preparado el suelo con sus riostras y cuadradillos y su encofrado de madera como para el forjado con cascotes, se cuela el hormigón de corcho con un espesor uniforme de 0,08, después se recubre con una ligera

capa de yeso y se guarnece con un lecho de mortero sobre los hierros. El cielorraso se hace como de ordinario.

El aglomerante de los granos de corcho es una materia especial, la *corchina,* pero creemos que perdiendo un poco de ligereza puede utilizarse cemento puro, formando con granos de corcho de 3 a 4 mm. de grueso un mortero-hormigón semimagro.

Forjados monolíticos

Se llaman así los forjados colados en obra en una sola pieza: se les puede dar inmediatamente la forma decorativa que se desee, artesones, vigas salientes, perfiladas, etc. Los suelos de cemento armado son ejemplos de este modo de construcción. Todos estos suelos se hacen sin cuadradillos ni riostras.

Suelos revestidos de madera y aparentes por debajo

Estos suelos no son forjados, están hechos con doble entarimado, uno de los cuales hace las veces de techo y reemplaza a los ristreles.

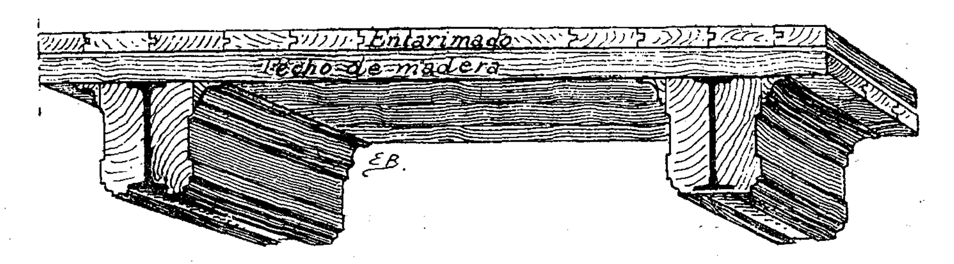


Fig. 18.

La figura 18 representa una disposición que admite muchas variantes, y permite obtener un efecto decorativo encajonando, por medio de traviesas, perfiles más o menos ricos que forman el artesonado.

La construcción es sencilla; puestas las vigas en su sitio, provistas de agujeros de paso en número suficiente y bien niveladas, se colocan los perfiles que se atornillan con pernos

sólidamente unos con otros atravesando el hierro (las cabezas son entalladas y tapadas después con la continuación del perfil); se coloca en seguida el falso piso formando techo y después el entarimado transversalmente sobre el falso piso.

Techos guarnecidos con staff

Se construyen corrientemente techos de staff [1]) que se colocan bajo las vigas y directamente sobre el techo de madera; resulta de ello una pérdida de altura a menudo perjudicial.

Por una razón de esta índole, en una casa antigua en que la altura era mínima, nos hemos visto obligados a guarnecer directamente las vigas con staff, que no da más que un saliente

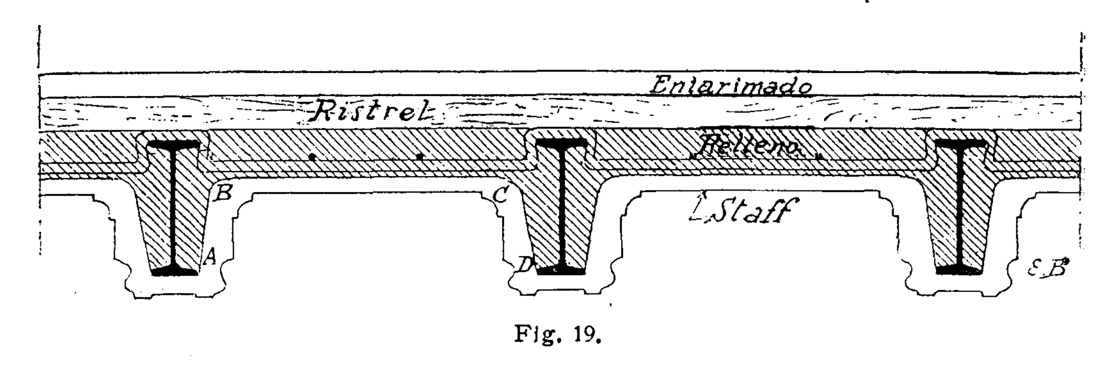


Fig. 19.

de 0,02 m. por debajo de los hierros. Este procedimiento, que representamos en la figura 19, se ha ejecutado de la manera siguiente:

Hemos encofrado dos tramos a la vez por medio de cajas rígidas con sección trapecial, después hemos forjado el techo con cascote y yeso según los puntos *A*, *B*, *C*, *D*, y así sucesivamente para los demás tramos. El suelo con su forjado armado de riostras y de cuadradillos no tiene en total más que 0,06 m. de espesor, pero esto es suficiente, pues las vigas revestidas, debiendo imitar una viguería de madera, estaban muy próximas (0,45 m. por término medio).

[1]) Tejido de harpillera y yeso.

Obtenido así el techo, no quedaba otra cosa que hacer más que fijar el revestimiento.

Gemelas

Se llaman así dos vigas no ensambladas entre sí y muy próximas, 0,10 m. aproximadamente, destinadas a sostener un tabique colocado sobre el piso (fig. 20).

Fig. 20.

Acopladas las gemelas se convierten en jácenas ligeras. Los dos hierros que componen una gemela deben distanciarse de manera que sea posible forjar entre ellos. Además, es conveniente enlazar estos hierros con pernos a distancias de 1,50 m.

Suelos sobre vigas maestras o jácenas

En los grandes espacios sin muros intermedios de carga se hacen sostener las viguetas por vigas, descargadas ellas

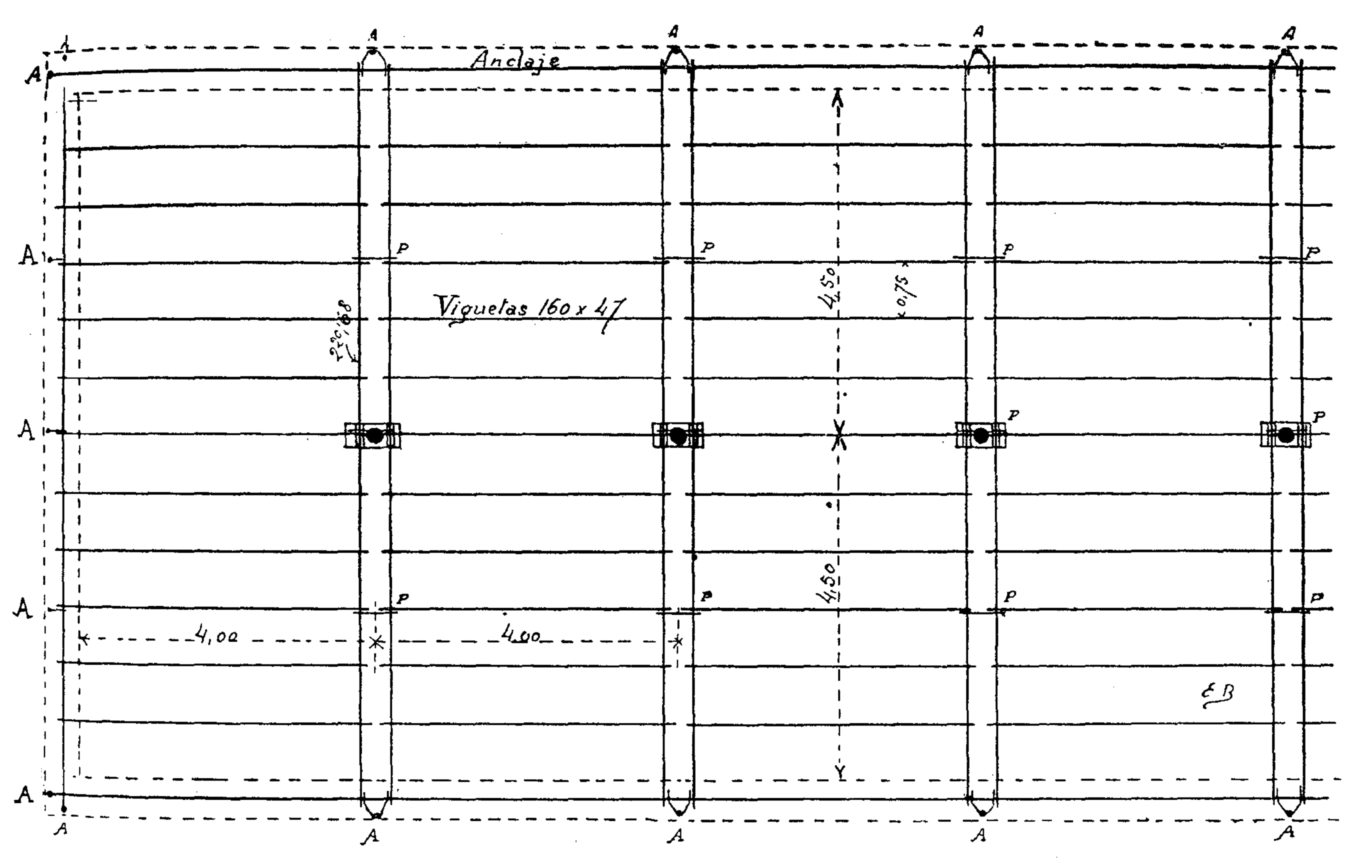


Fig. 21.

mismas por medio de columnas si la luz es excesiva (fig. 21). La luz de las viguetas o distancia entre jácenas puede entonces ser reducida, y se comprende que no podrán producirse los accidentes de aplastamiento que podría ocurrir en la mampostería.

Estos suelos van forjados según uno de los procedimientos antes descritos, o abovedados con ladrillos, de la manera indicada en corte en la figura 22.

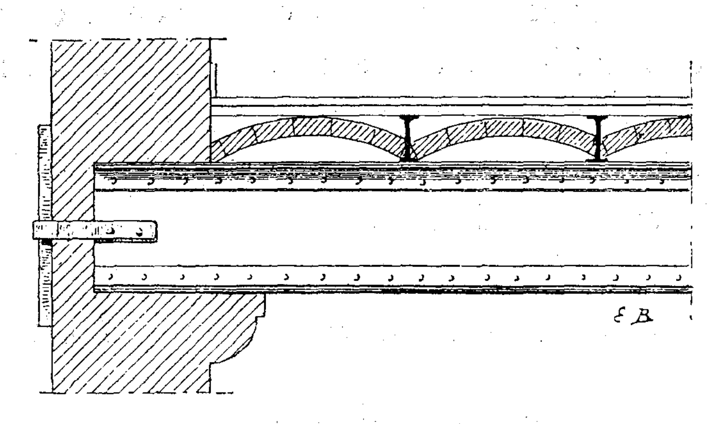


Fig. 22.

Todo lo que acabamos de decir se aplica tanto a los suelos ordinarios como a los suelos ensamblados de que tratamos a continuación.

Suelos ensamblados

Los suelos ensamblados difieren de los precedentes en que en lugar de descansar sobre muros intermedios de carga o apoyarse en las jácenas, las viguetas van fijas por medio de escuadras a las vigas (fig. 23).

Se acude a este medio, que es más costoso, cuando hay precisión de conservar una altura determinada debajo de las vigas, y cuando por otra parte éstas necesitan una gran altura.

Según que el suelo deba ser abovedado o forjado, se deben disponer las viguetas sobre la viga de manera que el trasdós no sobresalga por la parte superior; esto en el caso

de que encima vaya un lecho de hormigón o de cemento que deba también recubrir la viga; si lo que ha de colocarse es un

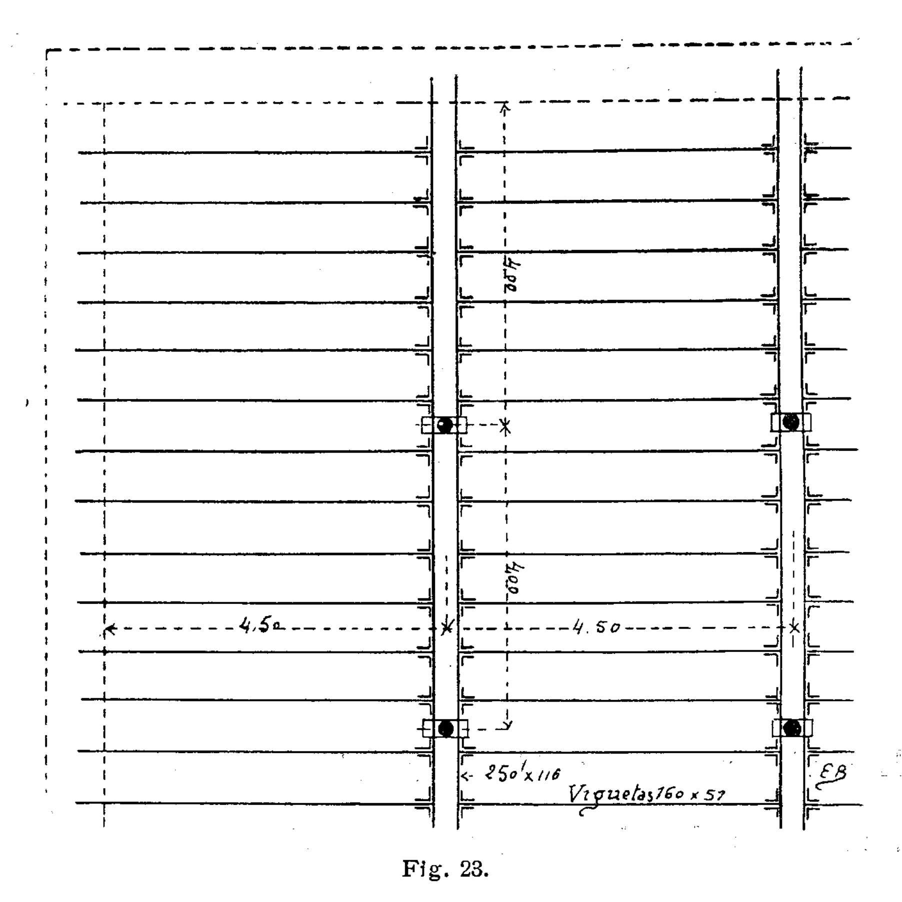
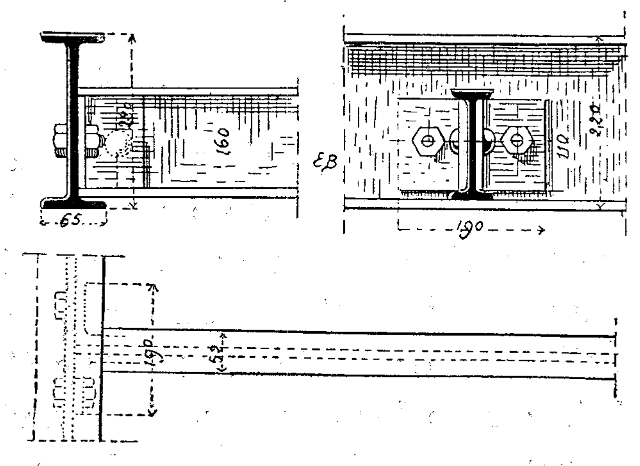


Fig. 23.

entarimado apoyado directamente sobre la viga, el trasdós de las bovedillas se dejará 0,05 m. más bajo que la parte



Figs. 24, 25 y 26.

superior, para dejar sitio a los ristreles en sentido transversal sobre las viguetas y en sentido longitudinal de la viga; se

bajarán, pues, las viguetas lo que corresponda a toda la flecha del arco.

Si, finalmente, el suelo es forjado, se colocarán las viguetas más bajas en 0,05 a 0,08 m. para dejar sitio a los ristreles (figuras 24, 25 y 26).

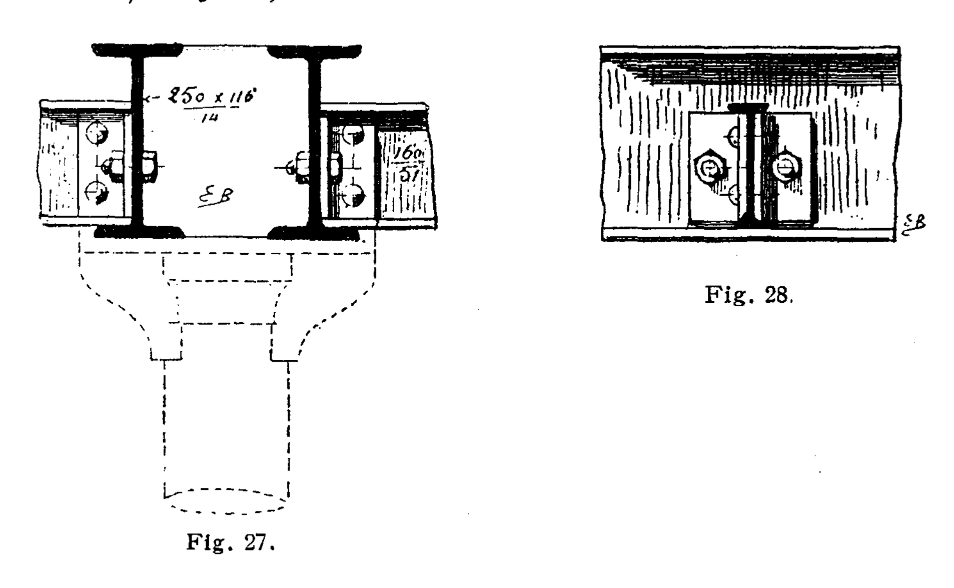


Fig. 27.

Fig. 28.

Las viguetas van unidas a las vigas por medio de escuadras, sacadas de hierros angulares de $\frac{60 \times 60}{6}$ a $\frac{80 \times 80}{8}$ según su altura, remachadas en caliente sobre la vigueta con remaches de 0,014 a 0,020 y atornilladas sobre la viga con pernos del mismo diámetro (figs. 27 y 28).

SUELOS ENSAMBLADOS, APOYADOS SOBRE COLUMNA PASANTE

La viga maestra quedará, por lo pronto, sostenida por la columna sobre ménsulas de descanso o consolas fundidas formando cuerpo con la misma columna; estas consolas variarán de forma y de importancia según que tengan que sostener dos hierros o uno solo como en las figuras 29, 30 y 31.

En este último caso las dos partes de la viga maestra vienen a colocarse a cada lado de la columna, se alinean pasando por su eje, descansan sobre las consolas y están unidas entre sí y a la columna por dos semicollares, cada uno de los cuales se fija por dos gruesos pernos.

En el caso de una viga doble que descansa sobre una

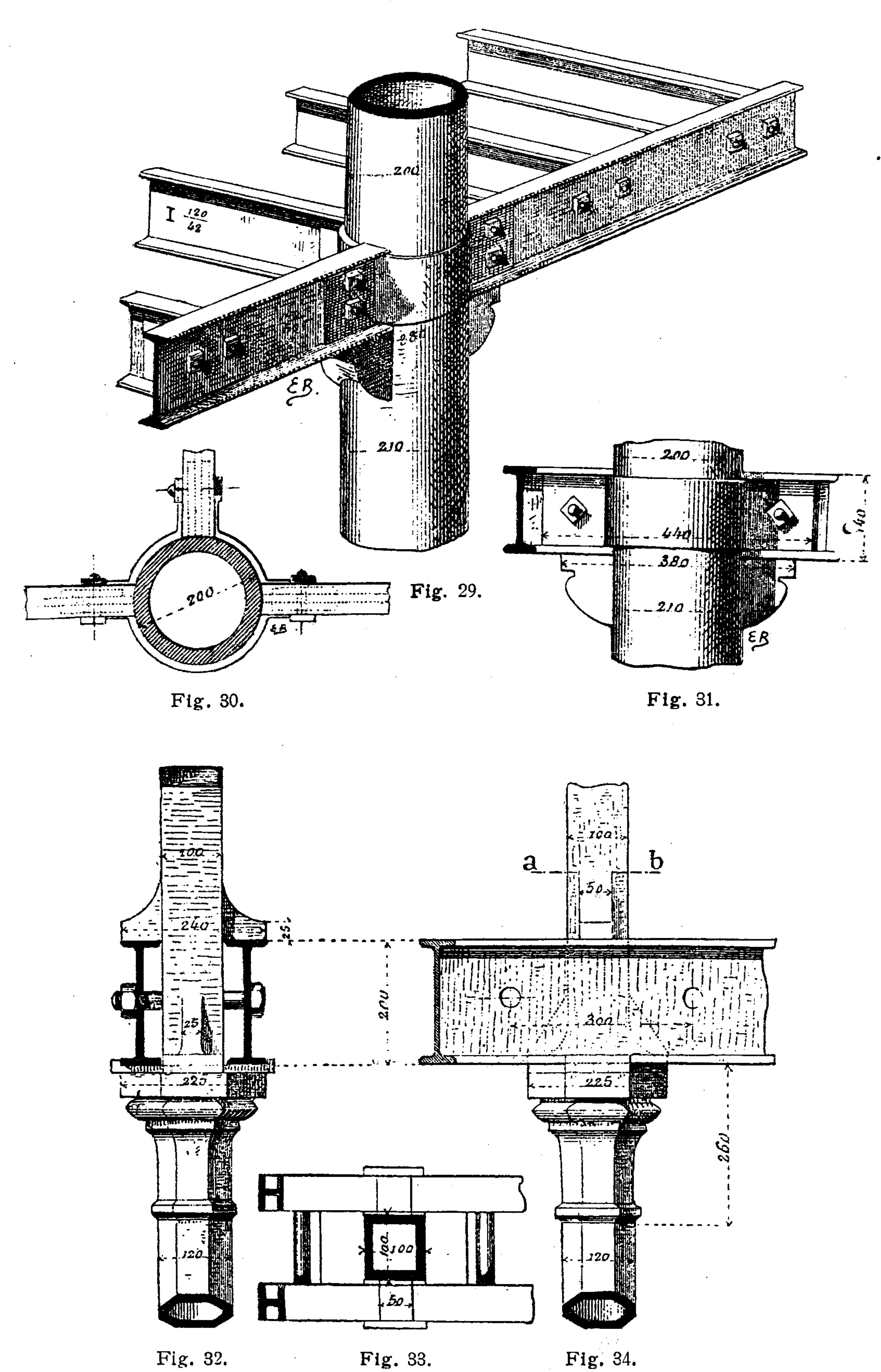


Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34.

columna pasante, las ménsulas son laterales o bien se les da

la forma de un capitel (figs. 32, 33 y 34) y se fijan las vigas con pernos por cada lado de la columna como indica el dibujo.

Si es preciso hacer una junta en la viga, como, por ejemplo, en el caso de una luz muy grande, se hará el empalme en el eje de la columna por medio de dos fuertes cubrejuntas que llenen bien toda la altura entre las alas del hierro, y se fijarán con pernos por ambos lados de la columna.

Suelos sobre columnas con voladizo

Este caso se presenta en los edificios públicos, locales de reunión, etc., en donde existen galerías que caen sobre la parte central, como, por ejemplo, los palcos de un teatro.

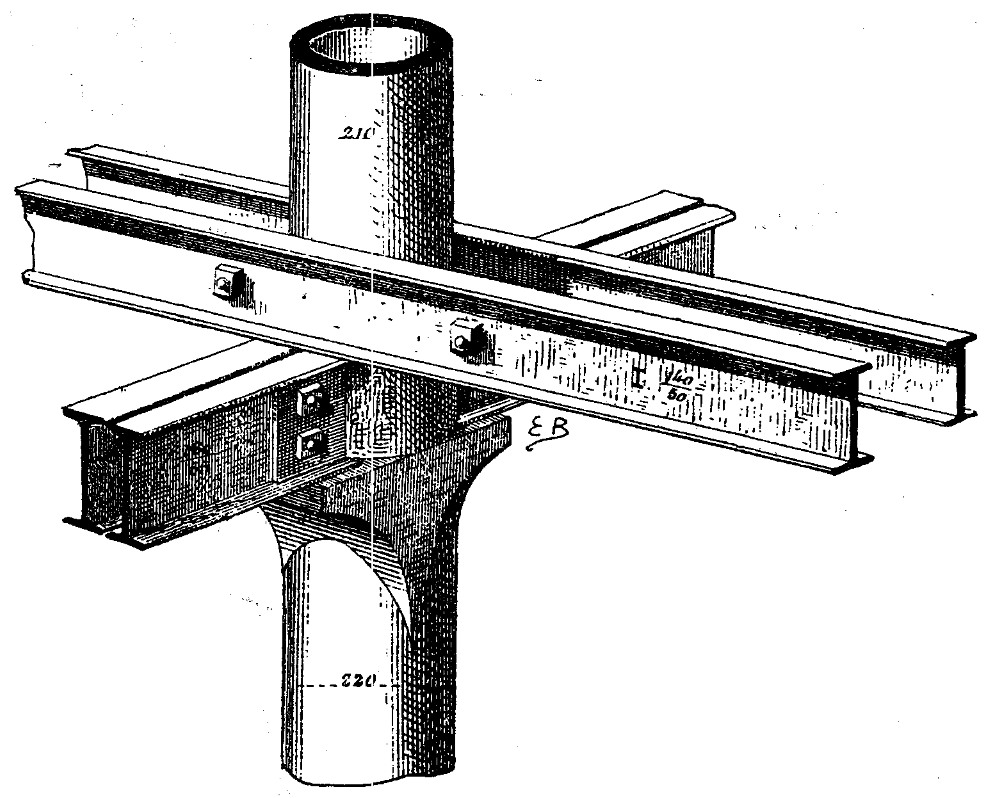


Fig. 35.

El ejemplo que presentamos (fig. 35) está formado de vigas o jácenas dobles enlazadas a la columna por una combinación de los dos sistemas expuestos anteriormente.

La jácena que une las columnas viene a descansar sobre las consolas fundidas de una pieza con aquéllas, y está empal-

mada por dos semicollares fijos con pernos. El suelo propiamente dicho descansa sobre las jácenas y viene en voladizo a reunirse sobre una vigueta de testero que enlaza todos los extremos de las viguetas de suelo.

La distancia entre soportes verticales es mantenida por dos viguetas formando gemelas y sujetas con pernos a cada lado de la columna.

Se puede aumentar la solidez de la galería en voladizo aumentando la resistencia del testero remachado y colocando frente a cada columna fuertes consolas de descarga que lo soporten.

SUELOS PROVISIONALES

En las construcciones definitivas los materiales son trabajados, cortados, taladrados, colocados completamente en obra y de la manera más perfecta para asegurar una larga duración. Pero si, por una razón cualquiera, se pensase en deshacer la construcción y volver a vender los materiales, no se obtendría de ellos más que un precio irrisorio, pues los hierros, de los que únicamente nos ocupamos aquí, una vez trabajados con un fin determinado, serían inaplicables en otro sitio; las longitudes serían insuficientes o excesivas, el trabajo efectuado con ellos sería más bien perjudicial que útil y por el único hecho de la desaparición del punto a que primero fueron destinados habrían perdido casi todo su valor.

Estas consideraciones han movido a los constructores, cuando se trata de la construcción de edificios de una duración temporal, a aplicar en obra materiales sin la menor señal de trabajo, y que después de haber servido pueden ser revendidos o vueltos a recibir por los abastecedores tan sólo con una débil depreciación.

Sin embargo, es imposible obtener la solidez suficiente, aun tratándose de construcciones provisionales, sin ciertos trabajos indispensables, pero éstos pueden no interesar más

que algunas partes del conjunto, por ejemplo, los empotramientos que es preciso hacer en todo suelo para las jácenas, vigas, etc.

Los suelos de hierro provisionales están ya previstos al hacer el estudio de la planta; a la vista de las longitudes que habrá de emplear, el constructor dispone sus muros o sus vigas con distancias razonables y determina la longitud de los hierros necesarios.

En principio esta clase de suelos lleva una serie de jácenas, sobre las cuales vienen a descansar simplemente las viguetas.

Suelos con baldosas de vidrio

Para iluminar un subsuelo, sótanos, pasajes o locales sin luz se emplean los suelos con baldosas de vidrio o suelos luminosos; las baldosas deslustradas dejan pasar la luz sin permitir distinguir los objetos, y son tan poco favorables al resbalamiento como el mármol; se las emplea en sitios muy frecuentados e incluso al exterior.

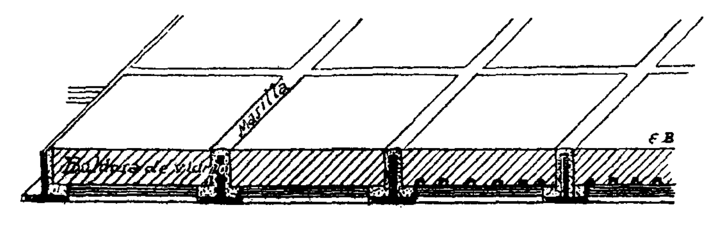


Fig. 36.

Las fábricas de vidrio cuelan baldosas de 0,015 m. a 0,035 m. de espesor y más gruesas, con cualquier longitud y cualquier anchura.

Las baldosas de vidrio, como no apoyan en toda su superficie como las otras baldosas, puesto que han de dejar paso a la luz, se emplean con pequeñas dimensiones, aproximadamente 0,25 m. de lado (fig. 36).

Sin embargo, se pueden aumentar mucho estas dimensiones, bien sea dando un espesor mayor a la baldosa o tam-

bién en el caso en que ésta no haya de soportar grandes cargas y por su colocación esté poco expuesta a choques; se puede llegar hasta 0,60 m. y aun más.

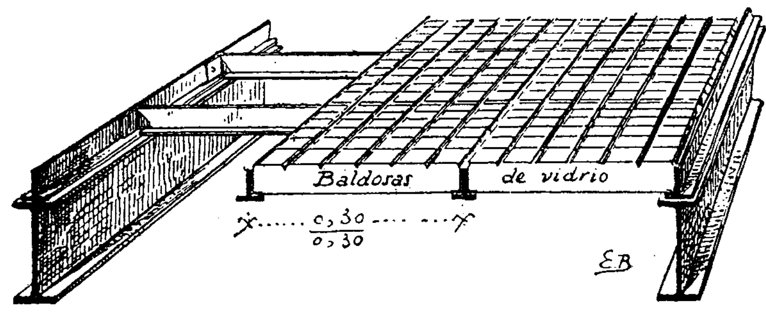


Fig. 37.

Los marcos provistos de baldosas de vidrio intercalados en los suelos para iluminar un piso inferior, están formados por hierros L y ⊥ en cuyas aletas vienen a apoyarse las baldosas.

El marco es ordinariamente de hierro angular y descansa o bien directamente sobre las vigas, o sobre las viguetas o también sobre éstas y sobre brochales.

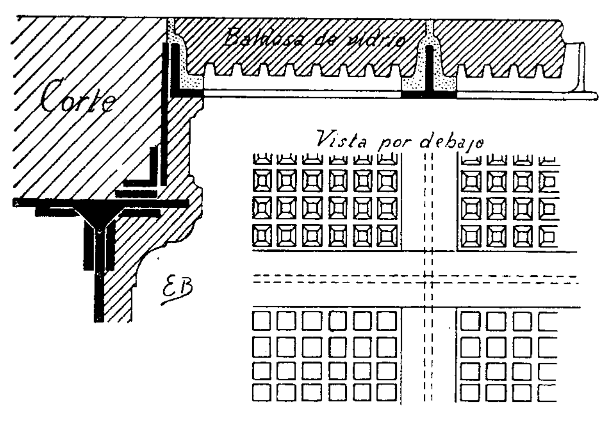


Fig. 38.

Este marco está dividido en cuadrados, rectángulos, rombos o cualquier otra figura, por medio de hierros ⊥ enlazados unos con otros por medio de cantoneras o doblados por sus extremos; el conjunto del marco se coloca un poco más bajo que el nivel de la solería, según el espesor de las baldosas colocadas en ellos, y según el modo de colocación y de sujeción, masilla, cemento, etc., o bien masilla y madera.

Una vez colocado el marco, se colocan en él las baldosas de diferentes maneras:

Con masilla intercalando cuñas de madera para evitar el aplastamiento de aquélla, que es plástica cuando se la

emplea y que se endurece lentamente. Esta es la disposición que representamos en nuestros dibujos (figs. 37 y 38).

Se llenan las juntas entre las baldosas con masilla ordinaria, de vidriero, etc., y por el exterior se cuela brea en las juntas.

Otro medio de colocar las losas consiste en formar con cuatro pequeños listones cortados en inglete un marco que se coloca sin fijación en el fondo del resalte; estos listones pueden ser perfilados y contribuir a la decoración de los peque-

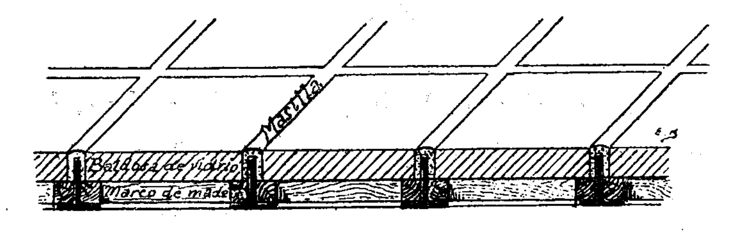


Fig. 39.

ños cajones formados por el enlosado (fig. 39); el calafateo de las juntas se efectúa del mismo modo que en el caso anterior empleando las sustancias que se presten mejor al fin que se persigue.

Brochales

Los brochales, muy usados en los suelos de madera, son más raros en la construcción de suelos de hierro; se emplean cuando el espesor de los muros sobre que hayan de descansar las viguetas es muy débil, o también cuando un muro está completamente ocupado por pasos de humos (figura 40).

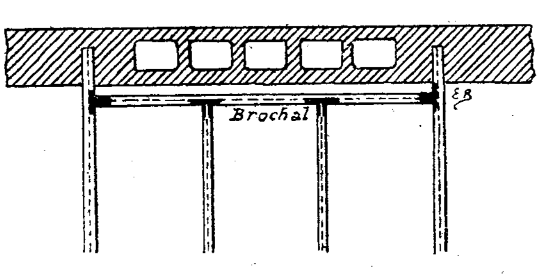
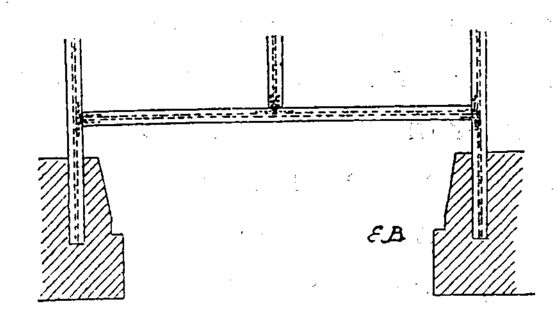
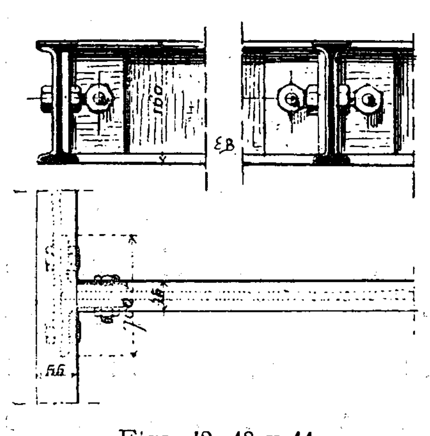


Fig. 40.

A veces se emplean también los brochales frente a vanos de gran luz; se pretende entonces trasladar toda la carga del piso sobre los entrepaños; esta disposición es racional y conforme a la buena construcción (fig. 41).

Las viguetas que soportan el brochal deben estar ensambladas lo más cerca posible del apoyo, casi en contacto con la pared de mampostería; estas viguetas, cargadas cerca del empotramiento, no trabajan mucho más que las otras. Si bien no están sometidas a una gran flexión, cargan sobre la mampostería con un peso igual a la carga de las viguetas más la mitad de la carga soportada por el brochal; es entonces prudente tomar para las viguetas de embrochalado precauciones análogas a las que se toman para el apoyo de una gran viga, es decir, el empleo de una piedra o sillar de apoyo o de una placa gruesa de chapa. Las figuras 42, 43 y 44 indican el ensamble del brochal a las viguetas cojas.


Fig. 41.


Figs. 42, 43 y 44.

Elementos secundarios de los suelos de hierro

Riostras

Las riostras ordinarias de los suelos se hacen de hierros cuadrados; el grueso de estos hierros varía con las luces; no se hacen riostras de hierro de menos de 0,014 ni de más de 0,018 m. de lado; se toman según la separación de las viguetas. Las riostras son calentadas y forjadas en forma de gancho que viene a colocarse a caballo sobre la vigueta (fig. 45). Esta pieza es muy deformable, como puede verse fácilmente por su forma. Impropiamente llamada riostra, no debiera resistir más que al empuje, lo que no ocurre

nunca en los suelos forjados; no sirve, pues, en realidad, más que para formar con los cuadradillos el esqueleto destinado a mantener el forjado y a enlazarlo para impedir las grietas que pudieran producirse. Cuando la riostra está bien hecha, es decir, bien estudiada, debe llegar hasta el fondo del hierro.

Conviene colocar las riostras a 1,00 ó 1,20 m. aproximadamente de distancia entre sí.

Hemos visto pisos en que las riostras eran simplemente extremos de barra de una longitud igual a la distancia entre viguetas, descansando sobre las alas inferiores. Esta disposición es defectuosa, pues por la poca anchura de ala de las viguetas, puede ocurrir que si las riostras no están perfectamente colocadas tengan un apoyo insuficiente; además, el empuje del yeso, al aumentar la separación de las viguetas, disminuye todavía la sujeción, y es de temer que una riostra ya movida de su sitio y colocada oblicuamente durante la operación del forjado, acabe por escapar y arrastre consigo una parte del techo.

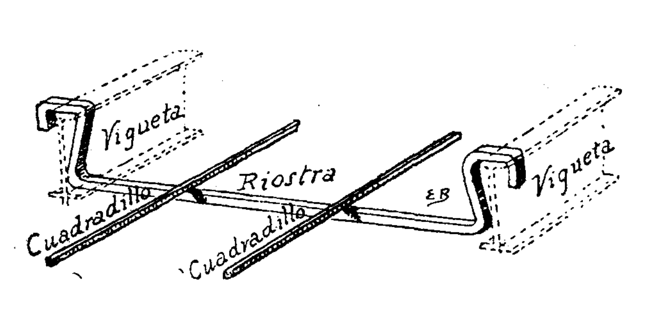


Fig. 45.

Riostras de hierro T y doble T

Aunque muy raramente, se hacen también riostras de hierro T, doble T o de hierro plano ensambladas a las viguetas, cuya separación se mantiene así constante; encima se colocan los cuadradillos como de ordinario y el forjado se hace con cascotes y yeso (figs. 46 y 47).

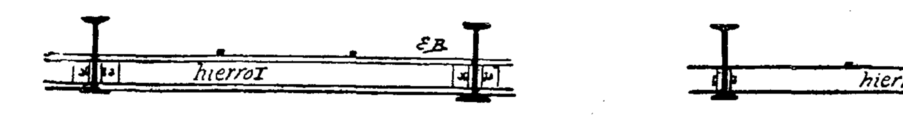


Fig. 46.

Fig. 47.

Riostras de chapa gruesa

Como las de hiero T y doble T, las riostras de chapa son menos altas que las viguetas, descansan en el fondo y están ensambladas por escuadras que ocupan toda la altura de la vigueta aumentando su rigidez. Este medio es empleado en suelos robustos y en pequeños puentes.

Arriostramiento por tirantes o virotillos

Hemos ya hablado de este tipo de construcción al tratar de los suelos forjados macizos con mortero y morrillo y, como ya hemos visto (fig. 6), el arriostramiento está hecho por barras roscadas de 0,016 ó 0,018 m., cuyos pasos a través de las viguetas van alternados con una distancia aproximada de 0,10 m. y colocadas de metro en metro.

Los tirantes de las viguetas extremas van empotrados en la mampostería.

Las viguetas, a las que el forjado impide alabearse y mantenidas perfectamente rectas por las riostras, trabajan en las mejores condiciones posibles.

La denominación de riostras se aplica también a las cruces de San Andrés en las jácenas y vigas de que trataremos más adelante.

Arriostramiento con chapa ondulada

La chapa ondulada se coloca sobre las viguetas y recibe una capa de hormigón, o bien es cortada con un ancho corres-

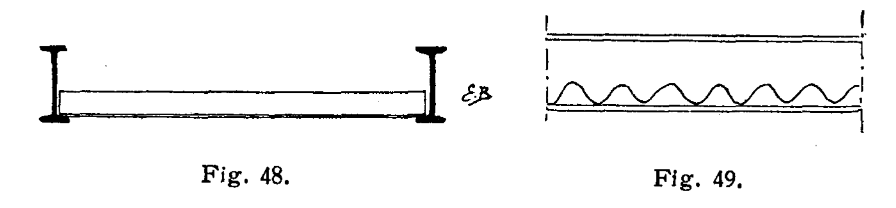


Fig. 48. Fig. 49.

pondiente a la distancia entre las viguetas y descansa sobre

las alas inferiores, a las cuales se fija con tornillos (figuras 48 y 49).

La chapa ondulada suprime el encofrado; se la puede cargar con un forjado ordinario, pero empleando morteros de cal o de cemento, nunca de yeso.

CUADRADILLOS

Los *cuadradillos,* llamados también *tiras* en la construcción, son pequeños hierros cuadrados que en los pisos forjados descansan sobre las riostras y se encuentran, como éstas, introducidos en la obra. Estos pequeños hierros en número de dos o tres en cada espacio entre viguetas (su separación varía de 0,20 a 0,25 m.) no trabajan más que como una trabazón dada al forjado; le dan solidez, el yeso agarra bien sobre sus superficies oxidadas y se agrieta menos.

El hierro empleado para los cuadradillos en las casas de alquiler tiene comúnmente de 0,007 a 0,009 m. de lado; creemos que por razón de su poco volumen, de su destrucción por el agua contenida en los pisos, sería preferible darle, para que el trabajo resultara ejecutado en buenas condiciones, 0,011 m. de lado (véase la figura 45).

Es importante colocarlos, siempre que sea posible, de una sola pieza y empotrarlos por sus extremidades en la obra dándoles la forma de gancho, lo que equivale a un pequeño anclaje del suelo.

Cualquiera que sea el caso, nunca se emplea hierro de más de 0,014 m. para este uso.

Consolidación de suelos de madera

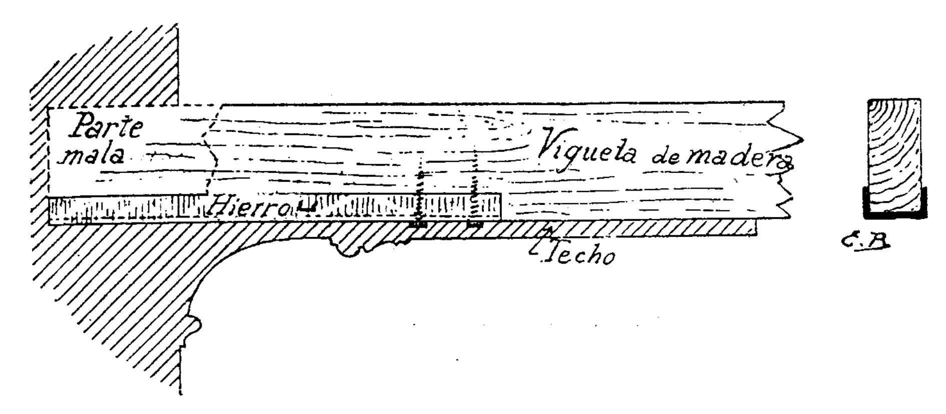
La madera, como hemos dicho ya, se altera prontamente, la atacan los gusanos y hemos comprobado a menudo en suelos de madera que las partes empotradas estaban completamente carcomidas; se producen entonces debilitamientos en

los suelos que pueden llegar hasta la rotura y producir graves accidentes.

He aquí un sistema de consolidación que hemos practicado y que creemos útil describir aquí:

Se descubre la vigueta defectuosa en su parte empotrada, se la apuntala a 0,80 m. aproximadamente, y se corta cuidadosamente el suelo en la dirección de la vigueta en unos 0,30 m., teniendo cuidado de causar el menor desperfecto posible.

Estas viguetas, generalmente tienen una anchura de 0,065 a 0,075 m.; se toma un hierro en U de 0,50 m. de largo, o más si es necesario, de 0,08 ó 0,10 m. de ancho, según el de la



Figs. 50 y 51.

viga, y provisto de uno o dos agujeros; se le introduce por debajo de manera que la viga que se quiere consolidar llene la canal formada por el hierro en U, después se fija la parte sana de la madera al hierro en U por medio de uno o dos tirafondos, y se empotra la parte de este hierro destinada a reemplazar la madera carcomida en la longitud del tramo (figuras 50 y 51).

El hierro en U y los tirafondos quedan ocultos en el espesor del enlucido del cielorraso. Hay que tener cuidado de pintarlos para evitar la oxidación que no tardaría en presentarse.

Un procedimiento también bueno consiste en colocar a cada lado del madero un hierro plano, de manera que aquél quede cogido por los hierros por medio de pernos.

Hay que tener cuidado de colocar estos hierros oblicuos con la parte más baja en el empotramiento, y la más alta

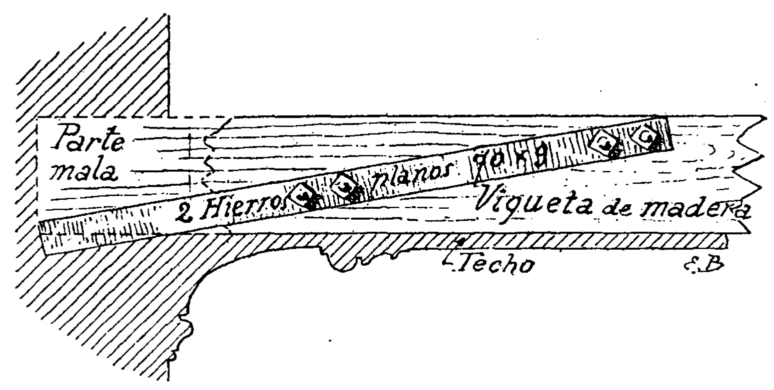


Fig. 52.

hacia el centro de la pieza, de manera que interese la mayor parte posible de madera contra el trabajo de palanca que se produce (fig. 52).

Anclajes

Anclajes en general

Se ha dicho que un edificio bien cimentado está ya medio construído. Nosotros añadiremos que, bien anclado, lo está del todo.

Es superfluo insistir sobre la importancia del anclaje en la construcción; siempre se ha empleado el anclaje, y las construcciones más primitivas no pueden prescindir de este elemento.

Como en otras aplicaciones, muy numerosas, el hierro ha demostrado también aquí su superioridad, y fué empleado para ello casi desde su aparición; es cierto que con pequeño volumen y en pequeñas piezas, pero esto era debido a que la industria no debía darle hasta mucho más tarde las formas que han favorecido su empleo.

Los antiguos anclaban con bronce y con hierro, pues las grapas, ganchos, etc., no son otra cosa que pequeños anclajes (fig. 53).

Las largas piezas de anclaje eran de madera colocadas dentro de la mampostería.

Más tarde se hicieron anclajes compuestos de ganchos que llevaban un ojo en su extremidad, en el cual recibían otro gancho, y así sucesivamente (fig. 54). Estos anclajes quedaban

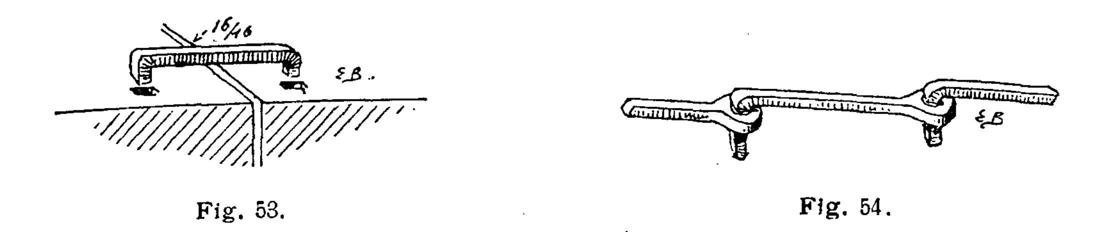


Fig. 53. Fig. 54.

rodeados por la mampostería, pero se producían extensiones del conjunto; los ganchos podían abrirse, siendo ésta una de las imperfecciones del sistema.

En nuestros días, la ligereza de las construcciones hace todavía más indispensable el empleo de anclajes que permiten hacer que los muros tan sólo trabajen a esfuerzos de compresión.

Anclaje de los sótanos

El anclaje de los sótanos puede hacerse de un modo muy sencillo, y hasta puede suprimirse si la construcción de que se trata se encuentra aislada.

En efecto, no hay razón para anclar muros que al mismo tiempo que las cimentaciones son muros de sostén, puesto que deben poder resistir al empuje de las tierras. En estas condiciones, estos muros en lugar de necesitar ser sostenidos por el interior, necesitan para conservar su estabilidad la carga que soportan y el piso que forma una especie de contrafuerte horizontal, sobre el cual vienen a apoyarse.

Por estas razones creemos superfluo anclar la planta de sótanos en una construcción aislada.

En el caso de una construcción ordinaria rodeada de otra de la misma clase, se debe efectuar el anclaje en sentido paralelo a los muros que sostienen las tierras y no enlazar más

que aquellos que están aislados, es decir, que no soportan el empuje, y aun, dada la carga considerable que sostienen, tampoco es indispensable esta precaución.

CONJUNTO DEL ANCLAJE

Un anclaje bien entendido se compone:

1.° De una sucesión de platabandas ancladas en sus extremidades y colocadas sobre todos los muros según sus ejes.

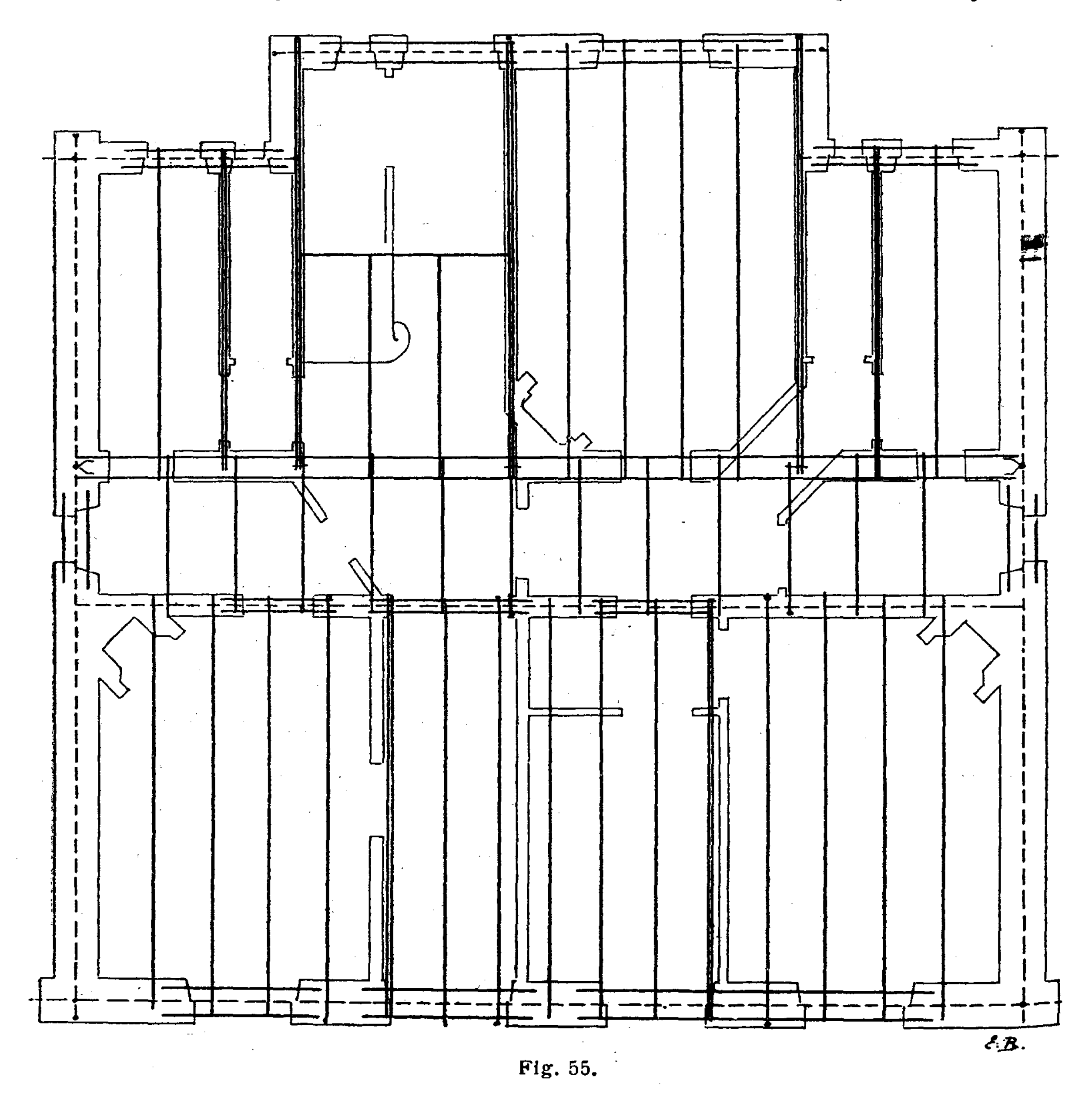


Fig. 55.

En los muros huecos por conductos de humo se colocarán dos filas de platabandas ancladas en cada extremo;

2.° De platabandas transversales a través de las vigas para mantener los muros a distancia invariable en las grandes luces;

3.° Del anclaje de las viguetas utilizadas para este fin (fig. 55).

TIRANTES-PLATABANDAS

Las platabandas se hacen de hierro plano, cuyas dimensiones guardan relación con los esfuerzos a que pueden estar sometidas. En la construcción ordinaria, los anclajes tienen 0,045 × 0,007 m., 0,045 × 0,009 m. y 0,050 × 0,009 m.; están redondeados en sus extremidades y terminados por un ojo destinado a recibir el anclaje terminal.

JUNTAS

Las dimensiones de las construcciones no permiten hacer las platabandas de una sola pieza; se practica el empalme llamado a talón (figs. 56 y 57).



Fig. 56. Fig. 57.

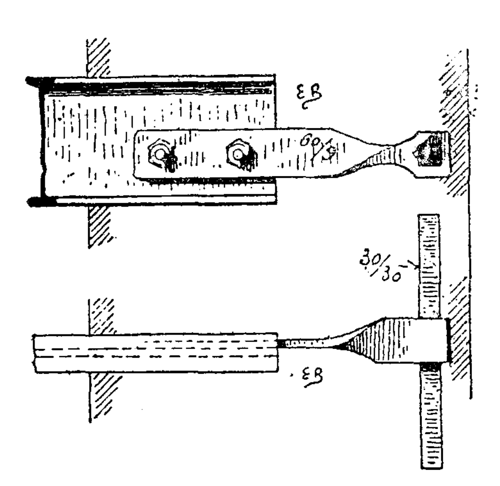
Cada extremidad que se ha de juntar se forja en forma de talón; se colocan las dos piezas una sobre otra, después de haber introducido unos collares, luego se hace el apriete y se colocan una o dos cuñas entre los dos talones: estas cuñas tienen por objeto permitir regular la longitud de la platabanda con una cierta tracción, es decir, tensarla, ponerla en trabajo, de manera que toda deformación se encuentra detenida inmediatamente en la parte anclada, lo que no ocurriría si la platabanda estuviera floja.

En las construcciones de poca importancia se pueden empalmar las platabandas haciendo los extremos en gancho

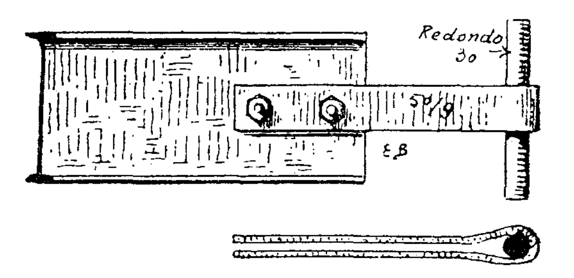
y entrando uno en otro; las extremidades, que se dejan sobresalir bajo los primeros perpiaños o sillares de anclaje, son replegadas de manera que formen ganchos que abrazan toda la altura de la hilada y, cargadas por la hilada siguiente, ya no pueden abrirse.

Pero este medio no debe emplearse más que si se dispone de hierro muy dulce que se pueda doblar en frío sin agrietarse.

Las viguetas también sirven de anclajes de dos maneras, o bien haciendo pasar una barra por un agujero hecho en la vigueta, y en este caso el anclaje puede ser horizontal u oblicuo si se deja algún juego



Figs. 58 y 59.



Figs. 60 y 61.

en el agujero de paso, o bien, como indican los croquis (figuras 58, 59, 60 y 61), por medio de un fleje preparado para recibir una barra redonda o cuadrada según los casos y sujeto con pernos a la vigueta.

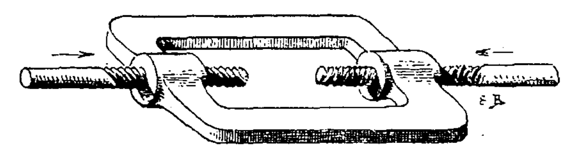
Ocurre a veces que dos tirantes de muros son anclados sobre la misma barra colocada en el eje de cada muro o intersección producida por estos dos ejes; es el caso de la construcción con piedra labrada.

Las viguetas utilizadas como anclajes y que descansan sobre un muro intermedio se reúnen entre sí por una eclisa o platina fija con pernos.

La extremidad exterior del ojo del anclaje queda al nivel de la mampostería, y es después recubierta por un enlucido de 0,03 m. de espesor.

ANCLAJE DE FAROLILLO

Esta variedad de anclaje se emplea en general aparente; es una especie de tirante, cuyos enganches son exteriores y motivados por fuertes rosetas o grandes botones, generalmente de fundición, que se apoyan sobre una placa de chapa bastante grande para interesar un volumen de mampostería suficiente al objeto de asegurar su eficacia.


Fig. 62.

Estos anclajes son redondos y van construídos en dos piezas; un farolillo de doble tuerca roscado con doble paso permite regular la tensión del anclaje (fig. 62).

Se utiliza también el anclaje de farolillo para restablecer el aplomo de paredes deformadas, inclinadas, etc.

ANCLAJE ENTRE ALAS DE EDIFICIOS

Sobre patios, patinillos y en los sitios en donde se ha tropezado con dificultades para la iluminación, los cuerpos de construcción son, por lo general, de poca profundidad; no pudiéndose obtener la luz más que por un lado, no se puede pasar útilmente de 5 ó 6 m. y, a pesar de esta débil profundidad, se sube, sin embargo, hasta 20 m. y más de altura; entonces es necesario reunir estas alas, enlazarlas y contrarrestarlas la una por la otra.

A este efecto se emplea:

1.° El anclaje redondo de 0,035 a 0,040 m.;

2.° El hierro doble T;

3.° El cordón compuesto de dos hierros doble T;

4.° La bovedilla de ladrillos y tirante de hierro.

Hay que tener en cuenta los dos esfuerzos en el trabajo de este género de anclaje; en efecto, la misma razón hay para

que el edificio, a consecuencia de un asiento causado por una mala fundación, se incline hacia un lado que hacia otro; si se inclina al lado del ala a la cual está enlazado comprimirá el anclaje; si se inclina hacia afuera tirará, en cambio, de él.

Esto nos induce a aconsejar en un caso semejante el empleo del hierro doble T sencillo o apareado, según la importancia de la construcción; estos anclajes se colocan en el momento en que la mampostería ha llegado a la altura designada para este fin, generalmente a la altura de los pisos, y entonces son enlazados con los demás elementos del anclaje propiamente dicho.

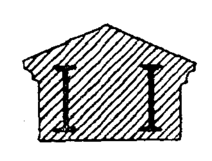


Fig. 63.

En el caso de dos hierros, es bueno enlazarlos entre sí por riostras cogidas con pernos, y si se hace un forjado debe hacerse por encima un talud sencillo o doble, según el caso de medianería, para escurrir las aguas (fig. 63).

Se hacen también bóvedas de ladrillos con tirante por encima y una albardilla sobre el conjunto; la bóveda resiste suficientemente a los empujes posibles; por la forma que ha adquirido de albardilla, se ha convertido en una especie de puente, cuyos riñones son cargados y resistentes.

Por otra parte, si los dos cuerpos del edificio en lugar de aproximarse tienden a alejarse, entonces entra en funciones el tirante; si éste no existiese, la bóveda en este caso se caería.

Dinteles

El dintel es una pieza transversal que se coloca encima de un hueco apoyando cada una de sus extremidades en los entrepaños. Es, si se nos permite expresarnos así, una especie de arquitrabe.

Los dinteles se emplean en la construcción por encima de ventanas, puertas, lumbreras, ventanillos, etc.

Dintel simple con grapas

Este dintel está formado por dos hierros doble T de 0,080 a 0,120 m.; se le establece de dos modos diferentes.

El primero es el que se emplea a menudo para los dinteles ligeros; se le forja al pie de obra una vez colocados los dos hierros a la distancia requerida, 0,10, 0,20, 0,30, 0,40 m. (este último exige tres hierros). Se colocan cerca de los extremos y en el centro dos o tres grapas, según la luz, después se cuela yeso entre los dos hierros con algún cascote; el yeso fragua, hace presión sobre las grapas y el dintel queda dispuesto para su colocación (fig. 64).

Fig. 64.

El segundo modo de establecerlo consiste en forjarlo ya en su sitio; se obtiene un apriete provisional de las grapas por cuñas de madera, se coloca debajo de él una tabla y se le forja como el precedente.

Dintel con pernos y virotillos

Ensambladas las piezas que forman el dintel y fijas en su sitio por los pernos (tres para aberturas de 1 m. de luz), se le forja como el precedente (figs. 65, 66, 67 y 68).

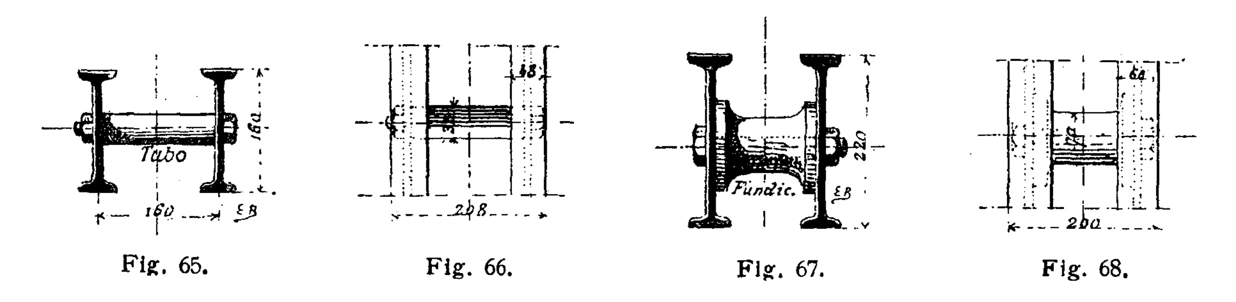


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68.

El virotillo, cortado de un tubo de hierro, permite el paso del perno. En el otro ejemplo, para un dintel más fuerte, el virotillo es de fundición. Se puede también obtener buen resultado empleando virotillos de encina en sentido de la

fibra, sobre los cuales se oprimen los hierros por pernos que atraviesan los virotillos.

DINTELES CON VARIAS VIGAS

Si el dintel está muy cargado, lo mejor sería, desde el punto de vista económico, aumentar la altura de las vigas, pero a veces es preciso dejar debajo del dintel una altura fija que no permite aquel aumento; entonces hay que colocar un número de vigas mayor, lo cual, por lo demás, es preciso también hacerlo en los muros con un espesor de 0,45 m. o mayor.

En este caso es preciso emplear los pernos y los virotillos para asegurar la distancia entre las vigas; sin embargo, se construyen también dinteles de tres vigas con grapas que no abrazan más que las vigas extremas, quedando la del centro fija en su sitio por el forjado y el empuje del yeso.

Diremos todavía que a menudo el espacio que queda entre los hierros que forman el dintel se llena con ladrillos; resulta entonces un relleno de mampostería que puede quedar aparente, como, por ejemplo, en los huecos sin puertas.

DINTELES APARENTES

Compuestos como los anteriores con virotillos de fundición o de hierros huecos, estos dinteles van decorados al exte-

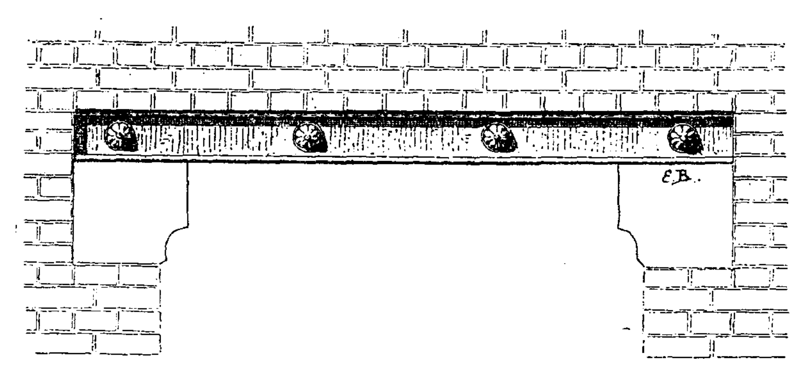


Fig. 69.

rior con rosetas que ocultan la cabeza del perno; se emplean en las construcciones de piedra y de ladrillo (fig. 69).

Algunas veces se añaden a la viga exterior del dintel pequeñas piezas fundidas que contornean el perfil de las alas.

Pueden también construirse los dinteles con un hierro exterior en U cuando se quiere tener una superficie unida.

DINTELES CON CUADRADILLOS

El hierro cuadrado de 30 a 40 mm., simplemente cortado a su longitud, sirve para formar los dinteles en las lumbreras, ventanillos abiertos en patios de luces, etc.

Debajo de las dovelas, en entalladuras practicadas en la piedra, se colocan también cuadradillos acodados en sus extremidades para formar anclaje (fig. 70).

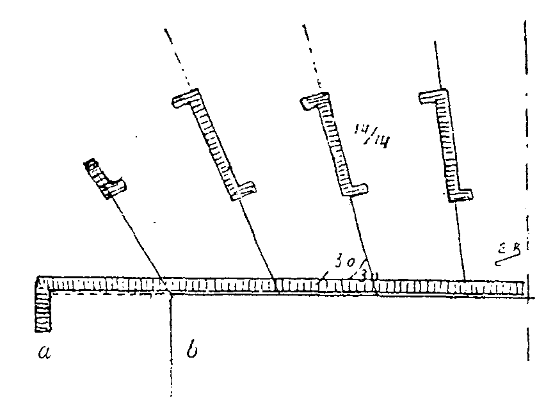


Fig. 70.

Se ve también en esta figura la forma de pequeñas grapas de dovelas, empleadas para impedir los deslizamientos, y, por consiguiente, la deformación de la bóveda plana.

Estas grapas, dada la clase de trabajo que se espera de ellas, pueden ser reemplazadas económicamente por simples puntas de hierro colocadas perpendicularmente a las juntas, y penetrando algunos centímetros en agujeros hechos bien ajustados en las dovelas. La clave es la única que no va provista de ellas para conservar la facilidad en la colocación. Se pueden también aplicar en ciertos casos a los dinteles los procedimientos de refuerzo que indicamos más adelante para las vigas armadas, o sea atirantarlos, arriostrarlos, etc.

JÁCENAS, VIGAS MAESTRAS

Las jácenas y las vigas tienen exactamente la misma estructura, y tan sólo se diferencian por sus dimensiones.

Según la costumbre de París y antes del año 1902, la jácena empleada en fachadas no debía tener más de 3 m. de luz sin puntos de apoyo, columna o pilar, pero después se deja en libertad para emplear cualquier luz.

Las vigas maestras que soportan muros interiores, tabiques y otras cargas, son, como ya hemos dicho, menos fuertes que las de fachada, pues tienen menos carga que soportar.

Existiendo, pues, esta única diferencia, las agruparemos bajo la misma denominación.

Vigas que sostienen las viguetas, los muros, etc.; están compuestas de ordinario con hierros doble T (figs. 71 y 72)

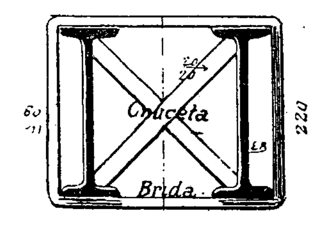


Fig. 71.

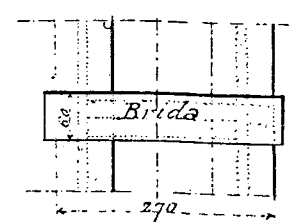


Fig. 72.

arriostrados por cruces de San Andrés o crucetas de hierro cuadrado de 20 a 25 mm., y apretados por bridas o zunchos de hierro plano de 50 × 7 ó 50 × 9 y 60 × 11, según el tamaño de la jácena, y colocados en caliente dilatados para que después de la contracción procedente del enfriamiento opriman los hierros uno contra otro.

Las extremidades de las jácenas van ancladas en las jambas que las sostienen.

Las jácenas ligeras se hacen también con virotillos huecos de hierro o de fundición, pero la repartición del peso sobre los dos hierros no es entonces tan buena como con las crucetas que se apoyan en los ángulos de los hierros, de manera que si una carga (por ejemplo, como la de las viguetas, que a menudo no descansan más que sobre uno de los hierros) obra sobre uno de éstos, se transmite en gran parte al otro por medio de las crucetas.

Lo que hemos dicho al tratar de los dinteles referente al

decorado, se aplica asimismo a las jácenas cuando deban quedar aparentes.

Lo mismo que para los dinteles, pueden también las jácenas tener mayor número de hierros; conviene entonces reemplazar las cruces de San Andrés por rellenos de fundición que llenan exactamente el hueco entre los hierros y asegurar el conjunto por bridas en caliente.

Los rellenos macizos hacen los hierros solidarios uno de otro, más aún que las cruces de San Andrés.

Dinteles, jácenas y vigas armadas

Desde el punto de vista de los sistemas empleados como armaduras para aumentar la resistencia a la flexión, incluiremos en el mismo concepto los dinteles, las jácenas y las vigas compuestas por hierros doble T, considerando que tienen forma análoga y no difieren más que por sus dimensiones.

Viga subtendida

El caso más sencillo de armadura consiste en subtender la pieza sostenida en dos puntos de apoyo; el peso vertical P se descompone en dos empujes sobre los puntos de apoyo y la pieza, que aislada trabaja a la flexión, trabaja así casi enteramente a la compresión (fig. 73).

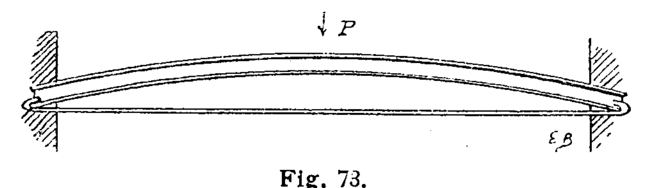


Fig. 73.

En la construcción de este género de viga subtendida nunca será excesivo el cuidado que se ponga en la manera de efectuar los enganches del tirante que se encuentra en la base del sistema; según las dimensiones será preciso colocar un pendolón que enlace la cuerda con el arco.

El segundo ejemplo (figs. 74 y 75) está compuesto por dos hierros doble T, trabajando a la flexión y aliviados en su cen-

tro por un tirante acodado de hierro redondo que tiende a levantar una traviesa que pasa por debajo de los dos hierros,

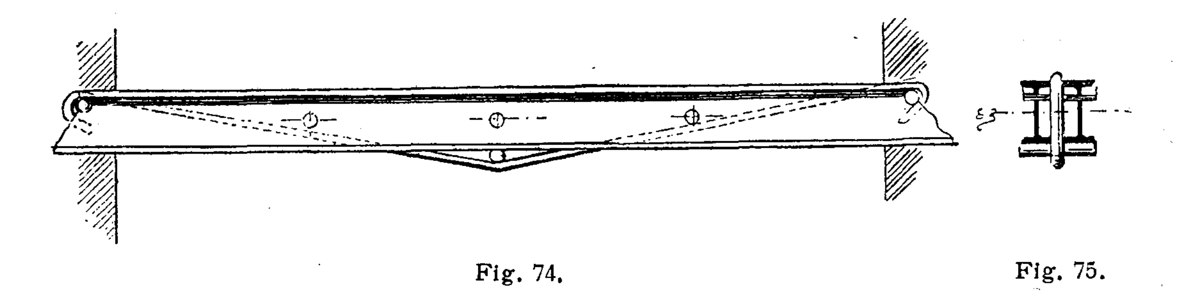


Fig. 74. Fig. 75.

quedando el tirante fuertemente amarrado por sus extremidades superiores.

JÁCENAS CON PARES DE CUADRADILLO O DE HIERRO PLANO

En el primer caso (fig. 76 y 77) el par de hierro cuadrado está muy rebajado, se mantiene del todo a la altura de los

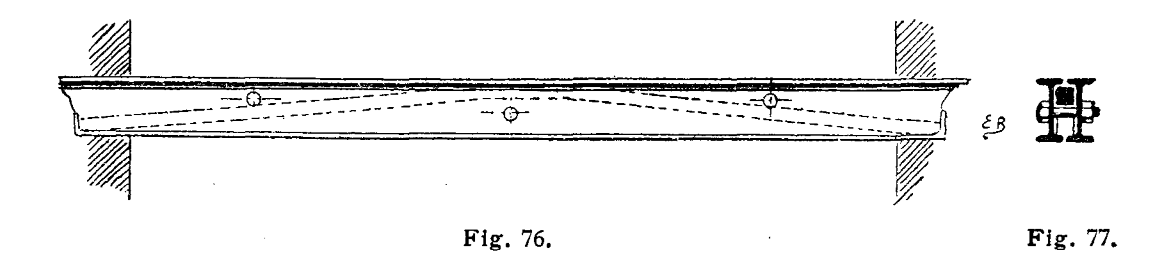


Fig. 76. Fig. 77.

hierros y llena con su anchura el espacio libre que queda entre ellos.

Apoyándose por su extremo inferior en las alas inferiores de los hierros doble T y por el extremo superior debajo de las alas, este par trabaja por compresión tan pronto como la jácena así compuesta empieza a flexar.

Si la viga armada ha de ser más ancha, se empleará hierro plano y se forjará enteramente el entrehierro, colocando los pernos de apriete de metro en metro.

La disposición (figs. 78 y 79) puede ser empleada cuando la jácena sostiene un muro o un tabique macizo de mampostería; colocamos los pares de plano, posición que es la más

favorable dado su empotramiento completo en una mampostería que les impedirá alabearse y conservará su sección ventajosa para resistir a las posibilidades de flexión lateral.

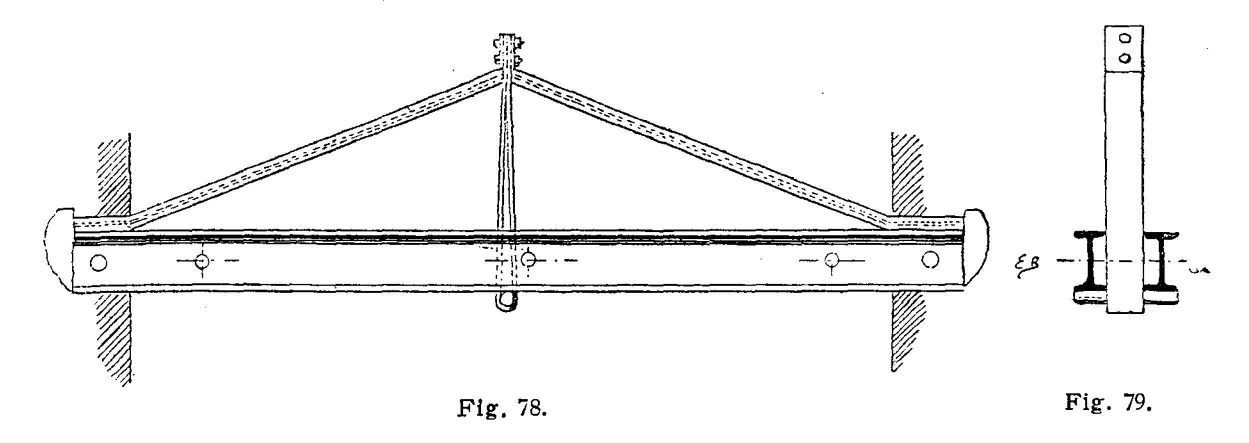


Fig. 78. Fig. 79.

El apoyo de los pares puede hacerse de hierro forjado o de fundición; el pendolón puede construirse con un simple hierro plano, como indica nuestro dibujo, o de cualquier otro modo.

JÁCENAS SUSPENDIDAS

Este sistema (fig. 80) no es más que una ampliación del procedimiento representado en las figuras 74 y 75, debiendo

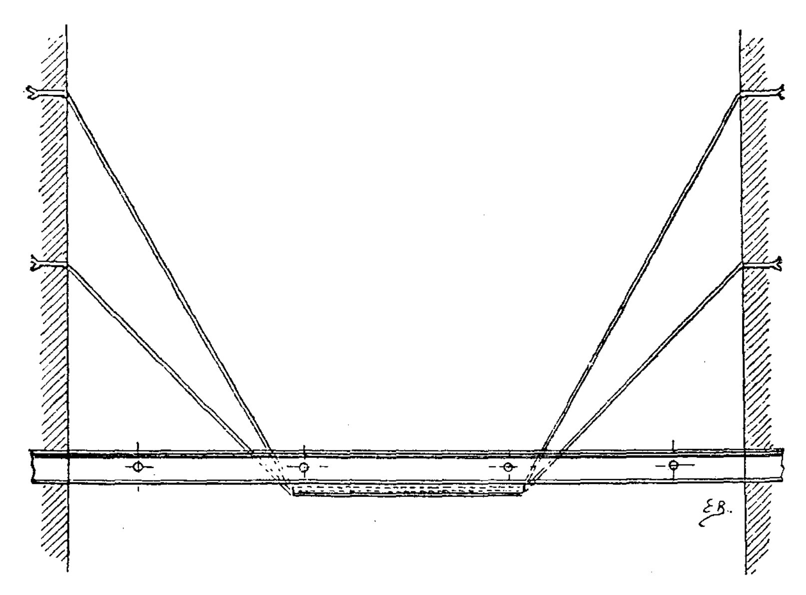


Fig. 80.

estar colocados los vientos en el centro de las dos piezas de hierro o bien ser dobles y colocados a cada lado.

Las mismas combinaciones, por lo que se refiere a los detalles de uniones, son aplicables a las vigas de madera.

ARTESONADOS DE MADERA CON ARMADURA DE HIERRO

En la figura 81 la pieza ha sido cortada en dos, entallada, y se ha introducido en ella un hierro plano empernando el

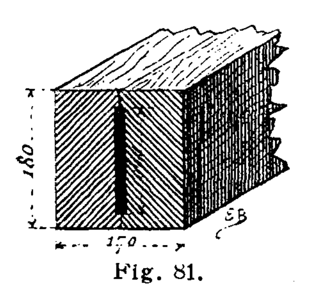
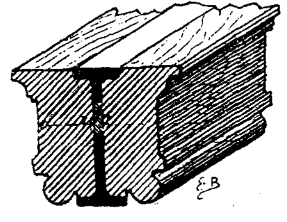
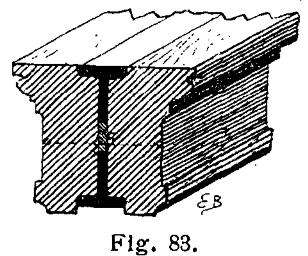


Fig. 81.

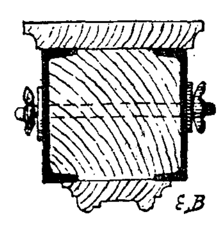

Fig. 82.


Fig. 83.

conjunto a cada metro; es conveniente curvar el hierro plano con toda la flecha que permita la altura de la madera.

Más resistentes son las armaduras representadas en las figuras 82 y 83; el hierro doble T no está curvado más que con su flecha comercial, o sea 0,005 m. por metro, aproximadamente.

Se pueden también emplear hierros en U dejando aparente el lado mayor. El interior se rellena con un madero en el cual se ha labrado el alojamiento para las alas del hierro,


Fig. 84.

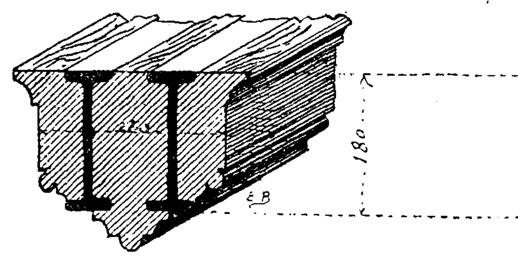


Fig. 85.

y el exterior se completa con perfiles enlazados. Las cabezas de los pernos se disimulan por rosetas o por botones (fig. 84).

La figura 85 da una disposición del mismo estilo con dos hierros y con la madera en tres piezas.

Esta madera y los hierros deben ser oprimidos por pernos de metro en metro; las cabezas van alojadas en rebajos que se tapan después.

Vigas compuestas

Las vigas sirven de apoyo a las viguetas en las grandes luces libres.

Si hay que establecer un suelo sobre una gran superficie, sería costoso dar a cada vigueta la fuerza necesaria para salvar la crujía entre muros, lo que daría además una flecha demasiado grande.

Se divide, pues, esta gran superficie, por medio de vigas, de manera que las viguetas tengan sólo una longitud de 4 a 6 m.; estas viguetas van apoyadas sobre la maestra o ensambladas a su alma (figs. 86 y 87).

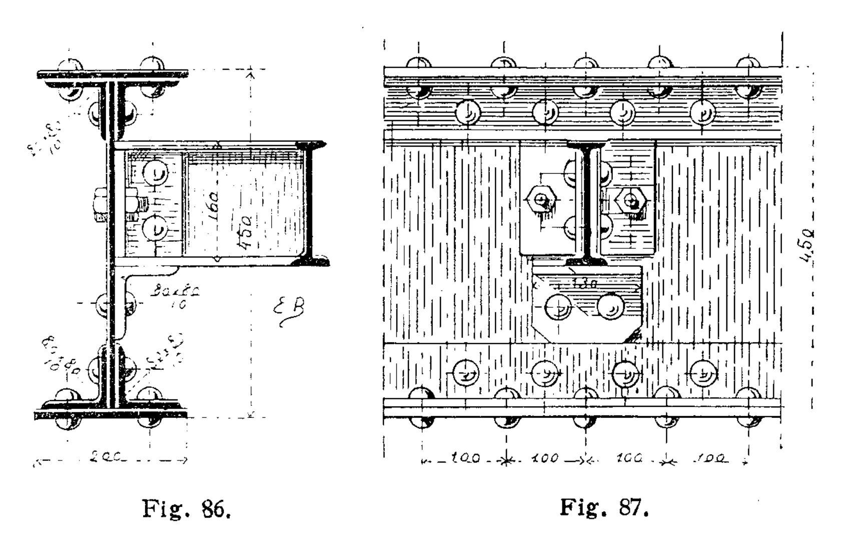


Fig. 86. Fig. 87.

Si el tramo es demasiado grande las vigas mismas van apoyadas en columnas.

Según las condiciones a que deban satisfacer, se distinguen varias clases de vigas:

1.° Viga formada por un solo hierro del comercio, hierro doble T;

2.° Viga compuesta de un alma y de cuatro angulares remachados arriba y abajo, dos a dos, abrazando el alma;

3.° Viga compuesta de un alma, cuatro angulares y tablas, arriba y abajo, remachadas sobre los angulares a su vez remachados ya sobre el alma (figs. 86 y 87);

4.° La viga-escala, compuesta de cuatro angulares que se enlazan a distancias muy próximas con placas de chapa que constituyen el alma alternativamente vacía y llena;

5.° La misma viga con tablas arriba y abajo;

6.° Viga compuesta de cuatro angulares y de cruces de San Andrés de hierro plano, de hierro angular, en T o de hierro en U (celosía);

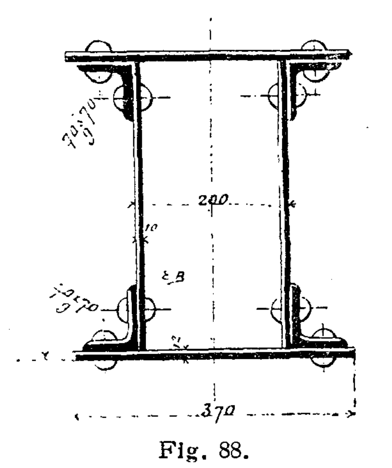


Fig. 88.

7.° La misma con tablas arriba y abajo;

8.° Viga tubular o de cajón, compuesta de dos almas con angulares remachados hacia el exterior y de anchas tablas, arriba y abajo, enlazando las almas (fig. 88);

9.° La misma con ocho angulares cuando sus dimensiones son tales que un hombre puede penetrar en su interior para aguantar los golpes del remachado;

10.° Viga tubular con cruces de San Andrés en las cuatro caras (celosía de cajón);

11.° La misma con cuatro tablas horizontales arriba y abajo, como cubrejuntas de las celosías horizontales.

Estos tres últimos tipos no se emplean más que para los puentes.

Vigas de celosía

Las vigas de celosía que vamos a indicar aquí son vigas pequeñas, pues para vigas importantes sería preciso añadirles arriba y abajo almas de chapa para la colocación del número de remaches necesario para el ensamble de las barras de celosía.

Procediendo por orden de sencillez, tenemos primero la viga Warren formada solamente de barras oblicuas en V (figura 89). Los dos ejemplos que siguen son parecidos y del mismo género, con la diferencia de que las barras, verti-

cales y oblicuas, trabajan de un modo diferente; en la figu-

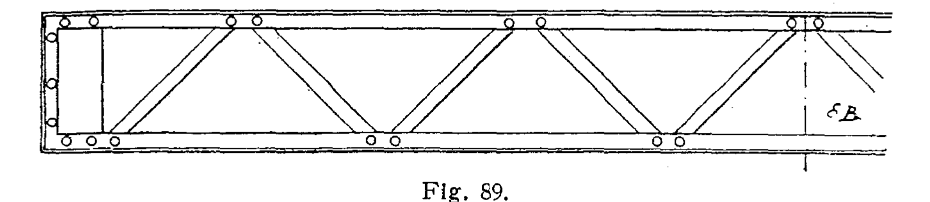


Fig. 89.

ra 90 (viga Howe), las barras verticales trabajan a la tensión y las oblicuas a la compresión; en el ejemplo de la figura 91,

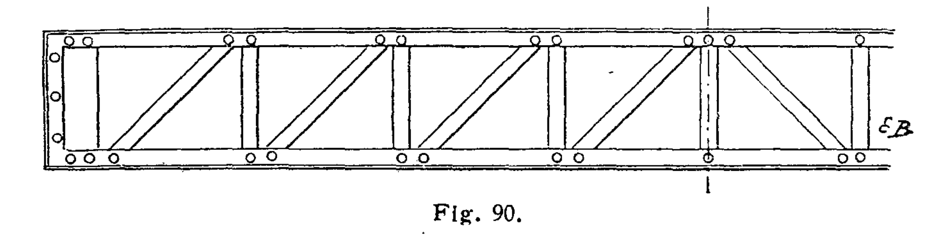


Fig. 90.

que es la viga Pratt o en N, las barras verticales son comprimidas y las oblicuas tendidas.

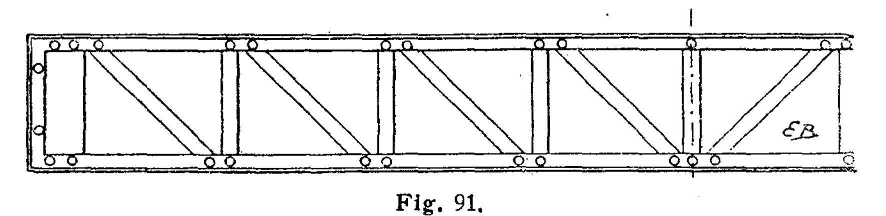


Fig. 91.

En seguida citaremos la viga de crucetas (fig. 92), en la cual las barras oblicuas inclinadas hacia el centro son extendidas, y comprimidas las inclinadas hacia el apoyo.

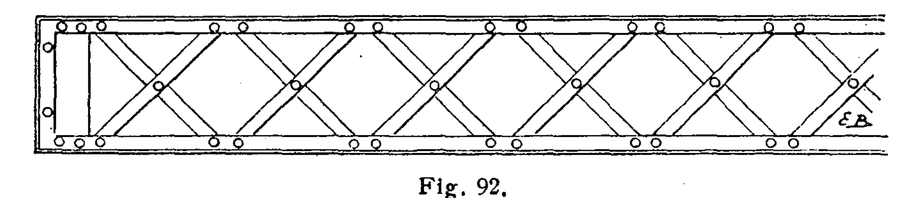


Fig. 92.

Además, la viga de crucetas y montantes verticales (figura 93), en la cual las barras inclinadas hacia el centro son

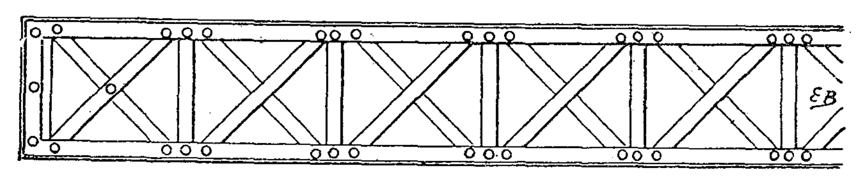


Fig. 93.

extendidas, y las inclinadas hacia el apoyo son comprimidas.

Según la manera de estar sostenida o ensamblada esta viga trabaja solamente uno de los dos sistemas de barras. Si la viga está perfectamente ensamblada sobre el apoyo, por arriba y por abajo, las dos series de barras trabajan simultáneamente, y en este caso las barras verticales están sometidas al doble trabajo de tensión o de compresión.

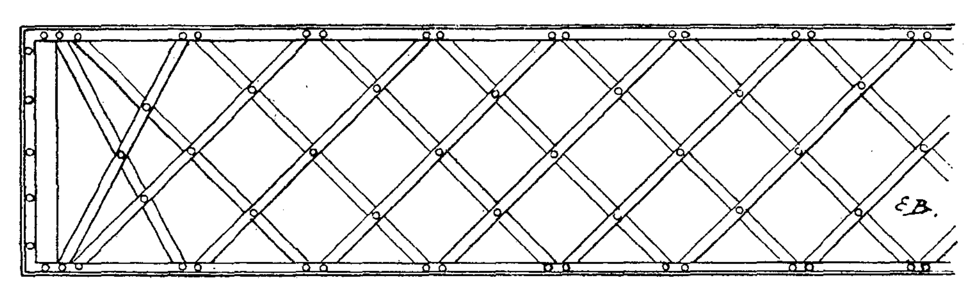
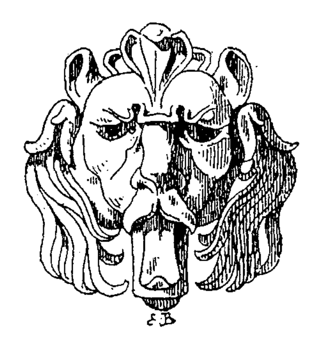


Fig. 94.

Finalmente citaremos la viga de crucetas múltiples, en la cual el esfuerzo cortante encuentra siempre varias barras de la celosía (fig. 94).

En todos los casos el cordón superior es comprimido y el inferior extendido (exceptuando los voladizos, donde los esfuerzos se invierten).



CAPÍTULO III

Resistencia de materiales

RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE RESISTENCIA. — Tracción, compresión fórmulas diversas. Flexión. Cargas diversas. Momentos de inercia. Ejemplos. Piezas inclinadas. Empotramiento. Cizallamiento.
CÁLCULO DE LAS VIGAS COMPUESTAS. — Tablas.
ESTÁTICA GRÁFICA. — Cálculo de las vigas de celosía.

Los cuerpos sólidos empleados como materiales en las diversas construcciones tienen todos una constitución molecular, que los esfuerzos a que se les somete tienden a alterar.

Los materiales son más o menos tenaces y se comparan sus resistencias por la magnitud de las fuerzas necesarias para romperlos.

Los cuerpos son susceptibles de una elasticidad que representa un cambio en la disposición de las moléculas que los forman.

Según su naturaleza, los materiales son a propósito para sufrir los diferentes esfuerzos, que son:

1.° Tracción;
2.° Compresión;
3.° Cizallamiento o esfuerzo cortante;
4.° Flexión;
5.° Torsión.

Los materiales que por su constitución son adecuados para soportar el rabajo de tracción son: el acero, el hierro, el cobre, la madera, etc.

Los que pueden ser empleados a la flexión y al cizallamiento son, en general, los mismos que los adecuados para la tracción; principalmente el acero, el hierro y la madera. En determinadas circunstancias, la piedra.

Todos los materiales son apropiados para el trabajo de compresión en proporciones diferentes.

Resumen de los cálculos de resistencia

PIEZAS, VIGAS, ARMADURAS, ETC.

El cálculo de la resistencia de las diversas partes de una construcción o de una máquina sometidas a esfuerzos exteriores o interiores, es una de las partes más delicadas y de las más importantes de la ciencia del ingeniero.

La dificultad de llegar en ciertos casos a resultados absolutamente ciertos es debida, por una parte, a que este género de cálculos se funda siempre en experimentos más o menos exactos, y por otra, en que para aplicar estos resultados a las formas complicadas de la construcción es preciso hacer hipótesis, simplificaciones, asimilaciones más o menos conformes a los hechos reales y que se refieren a la disposición de los elementos de la construcción y a su manera de deformarse o de romperse.

Con mucha frecuencia la materia que se emplea no es de la misma procedencia o de la misma calidad que la que fué sometida a los experimentos, y en teoría, tal autor admitirá que la rotura de las piezas se verifica de un modo y otro autor de otro, es decir, que son distintas las opiniones sobre la posición de los puntos más débiles y sobre la dirección

variable de las reacciones interiores o exteriores; esto, en efecto, depende esencialmente de los modos de efectuar las uniones y del sistema de la construcción, del número y de la distancia entre los remaches, que pueden estar bien o mal hechos, etc.

Sea como sea, en nuestra opinión lo mejor es en todos los géneros de construcciones posibles investigar, por lo pronto, y estudiar los modelos o precedentes análogos ya ejecutados, inspirarse en ellos de una manera general en cuanto a las proporciones que habrá que dar a la obra de que se trate, estableciendo una especie de cuarta proporcional para los principales elementos.

Llevado al papel este primer croquis se le someterá al cálculo posteriormente.

El cálculo no debe servir más que para comprobar si el instinto nos ha engañado o no, es decir, si nos hemos quedado por encima o por debajo de los límites de los coeficientes de trabajo impuestos por los pliegos de condiciones o por los usos y reglas del arte.

Resistencia de un prisma a la tracción

El caso más sencillo es el de un prisma o de una barra solicitada por un esfuerzo de tracción P en sentido de su longitud (fig. 95).

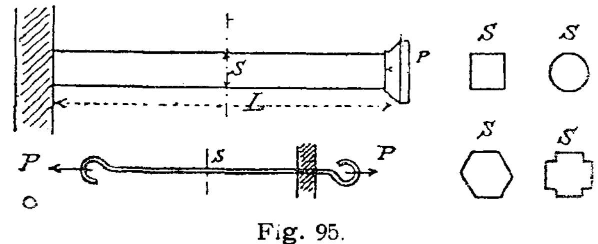


Fig. 95.

La experiencia ha demostrado que si dicho esfuerzo queda por debajo de los límites de carga en que hay deformación permanente, los alargamientos o acortamientos de las piezas son directamente proporcionales a las cargas soportadas por unidad de superficie de su sección y proporcionales también a su longitud total.

Esta observación se puede traducir por la fórmula siguiente, designando por

L la longitud primitiva del prisma;

S su sección transversal (en mm^2);

P la fuerza total que obra sobre una de las bases;

x el alargamiento total;

i el alargamiento por unidad de longitud $= \frac{x}{L}$;

R la tensión por unidad de superficie $= \frac{P}{S}$;

E un coeficiente de elasticidad variable según los cuerpos; se tendrá, pues:

$$x = Li; \quad R = Ei = E\frac{x}{L}.$$

Y la proporcionalidad con la carga total dará:

$$P = RS = \frac{ES}{L}x.$$

Pero en la práctica de los trabajos no es preciso ocuparse del alargamiento x.

Se trata únicamente de conseguir que la sección S del pilar o de la barra sea tal que cargándolo con un peso P no se pase, por milímetro cuadrado de sección, de una carga determinada, llamada *carga de seguridad*.

Se admite que esta carga varía desde $^1/_4$ a $^1/_6$ de la carga de rotura dada por la experiencia. Ejemplo: Para el acero ordinario que se rompe a 42 Kg. por milímetro cuadrado bastará que se tenga:

$$\frac{P}{S} < 7 \text{ Kg.}, \quad \frac{P}{S} < 8{,}5 \text{ Kg}, \quad \frac{P}{S} < 10{,}5 \text{ Kg.},$$

según que el coeficiente de seguridad adoptado sea 6, 5 ó 4. En las armaduras que no están sometidas a choques, como las cerchas de las cubiertas y los suelos, se puede llegar hasta 12 Kg. por milímetro cuadrado de sección neta si el acero es bueno.

Cálculo de los soportes comprimidos

Nos ocuparemos aquí del cálculo de todos los prismas comprimidos en general. En otro capítulo examinaremos con más detalle las columnas de fundición.

Por debajo de la relación $^{12}/_{1}$ entre la altura y la menor dimensión del soporte, el acortamiento es proporcional a las cargas soportadas por unidad de superficie.

Teóricamente, suponiendo el hierro cargado de un modo perfectamente paralelo a su eje, y suponiendo que la repartición se efectúa de un modo exactamente igual, no habría razón alguna para que se produjese una flexión; pero esto no ocurre nunca, y si, por ejemplo, el peso p' (figura 96) es mayor que el peso p se verificará una compresión más fuerte sobre el lado A (fig. 97); entonces el soporte flexará hacia B, absolutamente como si tuviese que resistir a un empuje horizontal.

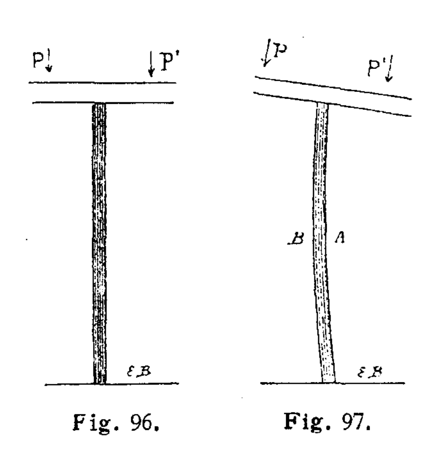


Fig. 96. Fig. 97.

Esta razón de la defectuosa repartición del esfuerzo de compresión en la parte alta y en la base añadida a los defectos de la construcción o de colocación, es la que hace imposible el empleo de pilares de sección muy débil, aunque ésta presente una superficie de aplastamiento suficiente.

En la construcción ordinaria, si la longitud no excede de 15 veces la menor dimensión transversal, para la carga total que pueden soportar los postes metálicos, puede casi siempre contarse con 5 ó 6 Kg. por milímetro cuadrado de sección, como carga de seguridad reducida.

Pero es útil, en la mayoría de los casos, darse cuenta de un modo más exacto, bien de la carga que es capaz de soportar un poste de sección y altura conocidas, o bien deducir el trabajo de la materia cuando la carga es igualmente conocida.

Para las columnas de fundición de diámetro d y de longitud l se emplea aún con bastante frecuencia la fórmula de Love para relaciones $\frac{l}{d}$ comprendidas entre 10 y 120:

$$R = \frac{P}{S}\left[1{,}45 + 0{,}00337\left(\frac{l}{d}\right)^2\right].$$

En esta fórmula es:

R el trabajo de la materia por unidad de sección;

P la carga total que soporta la columna;

S la superficie de la sección transversal de la columna;

l la longitud de sinuosidad que es igual a la altura de la pieza comprimida si los extremos son articulados (bielas); a los $^7/_{10}$ de la altura si los extremos son planos, formando un semiempotramiento, como una columna con base y capitel cuidadosamente recibida en toda la extensión de las superficies de apoyo; finalmente se toma l igual a la mitad de la altura si los dos extremos van empotrados.

La parte entre corchetes de la fórmula se llama *coeficiente de flexión lateral*. Es un número mayor que 1, que indica la importancia de los esfuerzos laterales comparados con el aplastamiento simple dado por la relación $\frac{P}{S}$.

La fórmula más exacta desde el punto de vista teórico, para el cálculo de los prismas comprimidos, es la fórmula de Euler:

$$P = \frac{\pi^2 EI}{l^2}.$$

P es la carga límite que puede llevar el soporte;

l es la longitud de sinuosidad, determinada como se ha dicho para la fórmula precedente;

E es el módulo de elasticidad, que puede admitirse igual a las cifras siguientes, tomando el metro por unidad:

Para la fundición	9500000000
» el hierro	19000000000
» el acero	21000000000
» la madera	1100000000;

I es el momento de inercia mínimo de la sección transversal.

La carga límite P se reduce a menudo a $^{8}/_{10}$ para tener en cuenta las dificultades prácticas que impiden la aplicación rigurosa de esta carga en la dirección del eje de la pieza supuesta comprimida, y obtener ésta al mismo tiempo también completamente recta. Esta carga límite debe además reducirse a la cuarta o a la sexta parte para los soportes de hierro o de acero, y a la sexta o a la décima parte para los de fundición o de madera.

Esta fórmula indica que la carga de compresión es directamente proporcional al momento de inercia mínimo I de la sección transversal.

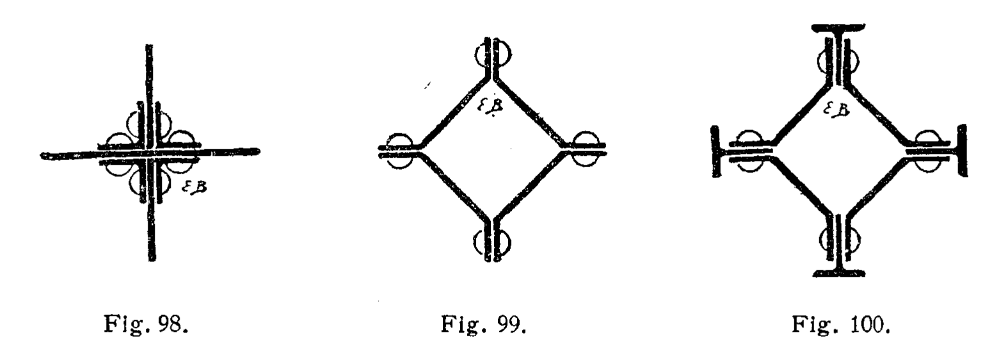


Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100.

De esta manera podría encontrarse una relación entre un soporte cruciforme de ramas iguales (fig. 98) y una columna circular llena de la misma resistencia y de diámetro d.

Designando por h la altura de las alas de la pieza de sección cruciforme (altura o anchura total de la cruz) y por e el espesor uniforme de las ramas (para la fundición, por ejemplo); haciendo la relación $\frac{h}{e} = n$ se tiene con mucha aproximación:

$$\frac{d}{h} = 1{,}141 \sqrt[4]{\frac{n^2 + 1}{n^3 + 1}}.$$

En ciertos casos estos soportes son más ventajosos que las columnas circulares, sobre todo cuando son de fundición;

están menos expuestos a los defectos de colada, y cuando éstos existen son más aparentes.

En la estación Saint-Lazare de París y en la Exposición de 1889, en la Galería de máquinas, se ha hecho una aplicación de estos soportes de sección cruciforme y ha dado excelentes resultados.

Se puede también obtener una sección muy a propósito empleando hierros especiales remachados, como se indica en las figuras 99 y 100.

Para el cálculo de las piezas comprimidas se utiliza con mucha frecuencia la fórmula semiempírica de Rankine:

$$R = \frac{P}{S}\left(1 + \alpha \frac{l^2 S}{I}\right),$$

en la cual es:

P la carga o esfuerzo de compresión;

S la superficie de la sección transversal;

I el momento de inercia mínimo de la sección;

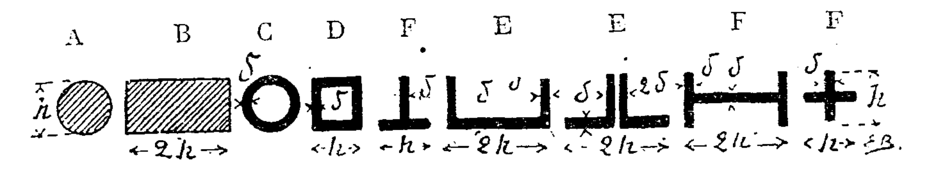
l la longitud de sinuosidad, igual a la longitud libre si las extremidades están articuladas, a los $^7/_{10}$ de esta longitud si las extremidades están semiempotradas y a $^1/_2$ de la misma si las extremidades pueden considerarse como completamente empotradas;

α, un coeficiente, para el cual se toman los siguientes valores:

Para el hierro	0,0001
Para la fundición y la madera.	0,0008

En la fórmula anterior la parte encerrada entre paréntesis es un coeficiente mayor que la unidad, al que se llama coeficiente de flexión lateral. La tabla que sigue contiene ya calculados estos coeficientes para distintos valores de la relación $\frac{l}{h}$ entre la longitud de sinuosidad y la menor dimensión del perfil. El espesor δ para los perfiles

huecos o vaciados, figuras CDEF, es igual a $^1/_{10}$ de la altura *h*.



$\frac{l}{h}$	Hierro						Fundición (y madera, figs. A y B)				
	Figuras						Figuras				
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	F
10	1,16	1,12	1,10	1,07	1,11	1,23	2,28	1,96	1,78	1,59	2,81
12	1,23	1,17	1,14	1,11	1,15	1,33	2,84	2,38	2,14	1,85	3,61
14	1,31	1,24	1,19	1,14	1,21	1,44	3,51	2,88	2,54	2,15	4,56
16	1,41	1,31	1,25	1,19	1,27	1,58	4,28	3,46	3,02	2,51	5,64
18	1,52	1,39	1,32	1,24	1,34	1,73	5,15	4,11	3,56	2,92	6,88
20	1,64	1,48	1,39	1,29	1,42	1,91	6,12	4,84	4,16	3,36	8,28
22	1,77	1,58	1,48	1,36	1,51	2,10	7,19	5,65	4,81	3,86	9,80
24	1,92	1,69	1,57	1,42	1,61	2,31	8,34	6,53	5,56	4,40	11,5
26	2,08	1,81	1,67	1,50	1,72	2,54	9,65	7,49	6,36	5,00	13,3
28	2,25	1,94	1,77	1,58	1,83	2,78	11,0	8,52	7,16	5,64	15,2
30	2,44	2,08	1,88	1,66	1,95	3,05	12,5	9,64	8,08	6,32	17,4
32	2,64	2,23	2,01	1,75	2,08	3,32	14,1	10,8	9,08	7,04	19,6
34	2,85	2,39	2,14	1,85	2,22	3,62	15,8	12,1	10,12	7,80	22,0
36	3,07	2,56	2,28	1,96	2,37	3,93	17,6	13,4	11,2	8,68	24,4
38	3,31	2,73	2,42	2,06	2,52	4,27	19,5	14,9	12,4	9,48	27,2
40	3,56	2,92	2,58	2,18	2,69	4,63	21,5	15,4	13,6	10,4	30,0
42	3,82	3,12	2,74	2,30	2,87	5,00	23,6	17,9	14,9	11,4	33,0
44	4,10	3,32	2,90	2,42	3,05	5,40	25,8	19,6	16,2	12,4	36,2
46	4,38	3,53	3,08	2,56	3,24	5,80	28,1	21,3	17,6	13,5	39,4
48	4,69	3,76	3,27	2,70	3,45	6,22	30,5	23,1	18,2	14,6	42,8
50	5,00	4,00	3,46	2,84	3,65	6,68	33,0	25,0	20,7	15,7	46,4
55	5,84	4,63	3,98	3,23	4,20	7,85	39,7	30,0	24,8	18,8	55,8
60	6,76	5,32	4,54	3,65	4,81	9,20	47,1	35,0	29,3	22,2	66,6
65	7,76	6,07	5,15	4,10	5,46	10,6	55,1	41,6	34,2	25,8	77,8
70	8,84	6,88	5,82	4,60	6,18	12,1	60,4	48,0	39,6	29,8	89,8
75	10,00	7,75	6,53	5,15	6,95	13,8	73,0	55,0	45,2	34,2	102
80	11,02	8,68	7,30	5,70	7,75	15,5	82,9	62,4	51,4	38,6	117
90	14,00	10,70	9,00	6,95	9,60	19,4	105	78,8	65,0	48,6	148
100	17,00	13,00	10,85	8,32	11,60	23,6	129	97	79,8	59,6	181

Si queremos saber, por ejemplo, qué sección en milímetros cuadrados habrá que dar a una pieza comprimida de hierro de 4 m. de longitud en forma de doble T (fig. F) y de 0,09 m.

de ancho en su menor dimensión, será preciso empezar por apreciar la influencia de la rigidez en los apoyos para deducir de ello la longitud de sinuosidad. Si admitimos un semiempotramiento se tendrá $l = 4 \cdot 0{,}7 = 2{,}80$ m. y la relación $\frac{l}{h}$ será $\frac{280}{9} = 31{,}2$; consultando la tabla se encuentra que a la relación 32 corresponde un coeficiente de flexión lateral de 3,32.

Si no se quiere rebasar de un trabajo de 10 Kg. por milímetro cuadrado, el coeficiente reducido por la flexión lateral será igual a 10 Kg. dividido por el coeficiente 3,32, o sea aproximadamente 3 Kg. por milímetro cuadrado.

Supongamos ahora que el poste, la biela o el par tenga que soportar un esfuerzo de compresión de 10000 Kg.; bastará dividir esta carga por 3 Kg. para tener el número de milímetros cuadrados que habrá que dar a la sección, o sea, en este caso, 3333 mm².

Resistencia de una viga empotrada por un extremo y cargada en el otro por un peso P (fig. 101)

Para que la pieza esté en equilibrio es preciso que el momento de resistencia de la pieza a la flexión, es decir, la suma de los momentos de resistencia de todas las fibras con

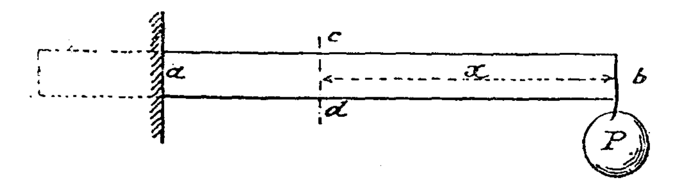


Fig. 101.

relación a la línea de fibra invariable o línea neutra, sea igual al momento de la fuerza P tomado con relación a la sección de empotramiento.

Para que la pieza no se deforme y no se rompa es preciso que este momento de la fuerza P sea inferior al que resulta-

ría en la sección más débil a causa de una tensión límite determinada que se fija de antemano, como, por ejemplo, 8 Kg., 10 Kg., 12 Kg., por milímetro cuadrado.

Si llamamos:

L la longitud total tomada desde el empotramiento al punto de aplicación de P, es decir, el brazo de palanca de la fuerza P,

PL será el momento de flexión.

$\frac{RI}{v}$ será el momento de resistencia de la pieza, en el cual:

R es la mayor resistencia unitaria a la tracción o compresión impuesta a la pieza bajo la acción de P;

I el momento de inercia de la sección en el empotramiento. Este momento se toma con relación a la línea de fibra neutra o invariable.

Es igual a $\int y^2 \, d\omega$, es decir, a la suma integral de los productos de los diversos elementos diferenciales $d\omega$ que componen la sección de rotura multiplicada por el cuadrado de la distancia variable y de cada elemento a la línea de fibras neutras.

v es la distancia máxima de la línea de fibras neutras (que en piezas homogéneas pasa por el centro de gravedad de la sección) al punto más alejado del perímetro del perfil.

Así se tendrá la ecuación $PL = \frac{RI}{v}$.

Y si la sección es simétrica con relación al eje de las fibras neutras y llamamos h la altura de la pieza, será:

$$v = \frac{h}{2}; \quad PL = \frac{2\,RI}{h}.$$

Fig. 102. — Si en lugar de un peso único aplicado en el extremo, la pieza está *uniformemente cargada* en toda su longitud por una serie de pesos elementales (p por unidad de longitud), se tendrá:

$$pL \times \frac{L}{2} = \frac{RI}{v}.$$

Si la carga p no ocupa más que una longitud x (caso de la figura 102) se tendrá:

$$p x \left(L - \frac{x}{2}\right) = \frac{R I}{v}.$$

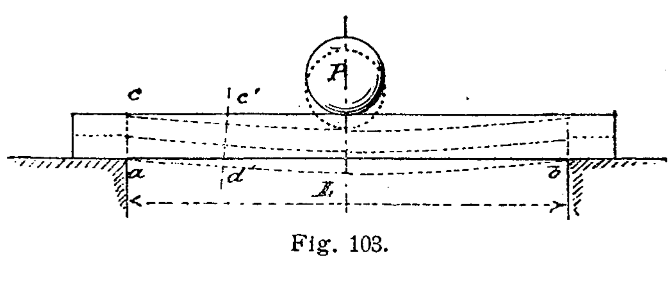


Fig. 102.

VIGA DESCANSANDO LIBREMENTE SOBRE DOS APOYOS Y CARGADA EN SU CENTRO POR UN PESO P (fig. 103)

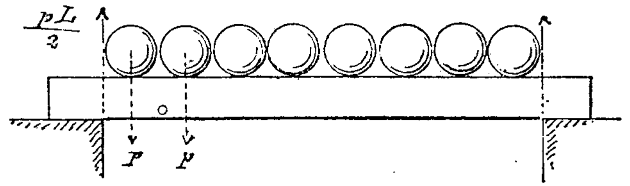


Fig. 103.

$$\frac{P L}{4} = \frac{R I}{v}.$$

VIGA DESCANSANDO SOBRE DOS APOYOS CON CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA EN TODA SU LONGITUD (fig. 104)

Fig. 104.

$$\frac{p L^2}{8} = \frac{R I}{v}.$$

En el caso en que la pieza estuviese cargada con un peso P en un punto cualquiera de su longitud (figura 105) se tendría:

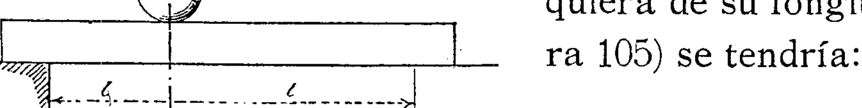


Fig. 105.

$$l + l' = L; \quad \frac{P l l'}{L} = \frac{R I}{v}.$$

Cálculo de los momentos de inercia

Como hemos dicho antes, el momento de inercia de una pieza o de una sección, con relación a la línea de fibras neutras, es la suma integral de los productos de los diversos elementos de superficie $d\omega$ por el cuadrado de la distancia variable y de cada elemento a esta línea neutra.

He aquí las fórmulas que dan estos momentos para las diversas formas de sección que con más frecuencia se emplean en la construcción:

Fig. 106. — SECCIÓN RECTANGULAR: altura h, base b. Se tendrá con relación al eje neutro:

$$I = \frac{1}{12} b h^3.$$

Fig. 106. Fig. 107.

Fig. 107. — RECTÁNGULO HUECO: h y h' son las alturas interior y exterior respectivamente, b y b' son las bases correspondientes; se tendrá por diferencia:

$$I = \frac{1}{12} (b h^3 - b' h'^3).$$

Fig. 108. — HIERRO DOBLE T:

$$I = \frac{1}{12} (b h^3 - b' h'^3).$$

Fig. 109. — CRUZ SIMÉTRICA:

$$I = \frac{1}{12} [b h^3 + (b' - b) h'^3].$$

Fig. 110. — VIGA DE PERFIL DOBLE T COMPUESTA DE TABLAS DE HIERROS PLANOS, DE UN ALMA DE CHAPA LLENA Y DE ANGULARES DE UNIÓN.

Se tendrá:

$$v = \frac{h}{2}; \quad I = \frac{1}{12} [b h^3 - (b' h'^3 + b'' h''^3 + b''' h'''^3)].$$

Y para el caso de una pieza empotrada por un extremo y cargada en el otro con un peso P (fig. 101) se tendrá:

$$PL=\frac{1}{6}\times\frac{R}{h}(bh^3-b'h'^3-b''h''^3-b'''h'''^3).$$

$$\frac{PL^3}{3}=\frac{1}{12}Ef(bh^3-b'h'^3-b''h''^3-b'''h'''^3).$$

Y la flecha será:

$$f=\frac{4PL^3}{E(bh^3-b'h'^3-b''h''^3-b'''h'''^3)}.$$

Fig. 111.—Hierros en T. Llamando d la distancia entre el centro de gravedad o eje neutro de la sección y la horizontal

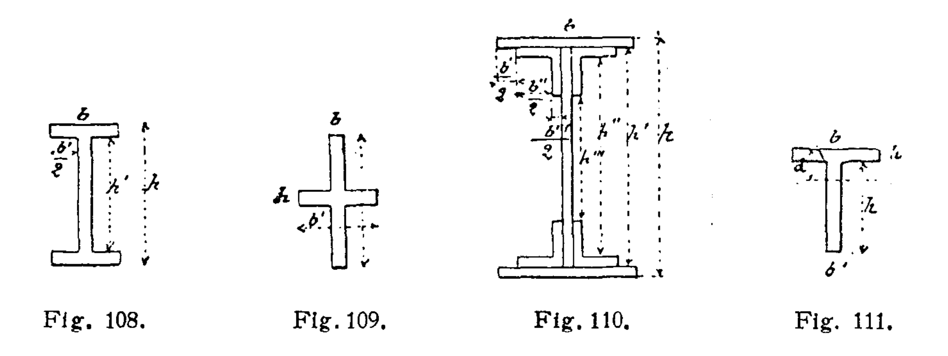


Fig. 108. Fig. 109. Fig. 110. Fig. 111.

superior de la T, y tomando el momento de inercia con relación a la línea neutra, se tendrá:

$$d=\frac{1}{2}\times\frac{bh'^2-b'h'^2+b'h^2}{bh'-b'h'+b'h},$$

$$I=\frac{1}{3}[bd^3-(b-b')(d-h')^3+b'(h-d)^3].$$

Y para el caso de la figura 101:

$$PL=\frac{R}{3}\times\frac{bd^3-(b-b')(d-h')^3+b'(h-d)^3}{h-d},$$

$$\frac{PL^3}{3}=EIf;\quad \text{de donde}\quad f=\frac{PL^3}{E[bd^3-(b-b')(d-h')^3+b'(h-d^3)]}.$$

Fig. 112. — Hierros angulares. Para calcular la resistencia de los hierros angulares se admite que equivalen a hierros en T sencilla, cuyos dos elementos (alma y tabla)

fuesen de las mismas dimensiones. Esta hipótesis no es absolutamente justa porque en los angulares existe un efecto de torsión que con este cálculo no se toma en cuenta.

Fig. 113.—HIERROS EN U. Los hierros U o dobles angulares se han extendido rápidamente en el comercio y en la construcción, y prestan grandes servicios por las facilidades de unión que presentan en ciertos casos especiales. Para el

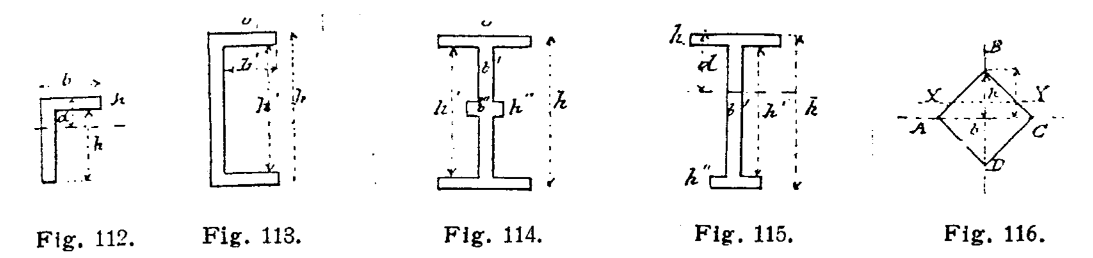


Fig. 112. Fig. 113. Fig. 114. Fig. 115. Fig. 116.

cálculo se les asimila a hierros doble T; únicamente aquí la calidad será más bien algo inferior, porque el laminado de los hierros doble T es más fácil que el de los hierros en U.

Sea como sea, en los límites de $1/6$ o de $1/4$ de la carga de rotura se puede siempre admitir que las fórmulas son suficientemente exactas para una comprobación.

Fig. 114. — HIERROS EN TRIPLE T (con tabla central):

$$I = \frac{1}{12}\left[b\,(h^3 - h'^3) + b'h'^3 + h''^3\,(b'' - b')\right].$$

Fig. 115. — HIERROS DOBLE T DE ALAS DESIGUALES. Llamando d la distancia vertical del eje neutro al plano superior de la sección, el momento de inercia con relación al eje neutro vendrá dado por la fórmula:

$$I = \frac{1}{3}\left\{b\,[d^3-(d-h''')^3]+b'\,[(d-h''')^3+(h-d-h'')^3]+b''\,[(h-d)^3-(h-d-h'')^3]\right\}.$$

En la práctica, rara vez se hará uso de estas fórmulas, bastante complicadas: se utilizarán los cálculos ya hechos que se encontrarán en los catálogos de los talleres de laminado.

Fig. 116. — SECCIÓN RÓMBICA. Si b es la mayor dimensión horizontal pasando por el eje neutro, y h la semialtura total, se tiene $v = h$ e $I = \dfrac{bh^3}{6}$.

Para el caso de la figura 101, las fórmulas son entonces:

$$PL = \frac{Rbh^2}{6}; \quad \frac{PL^3}{3} = \frac{Ebh^3 f}{6}; \quad f = \frac{2\,PL^3}{Ebh^3}.$$

En el cuadro perfecto de lado c y colocado según su diagonal, se tendrá: $b = \frac{2c}{\sqrt{2}}$ y $h = \frac{c}{\sqrt{2}}$; por lo tanto:

$$PL = \frac{Rc^3}{6\sqrt{2}}; \quad \frac{PL^3}{3} = \frac{Ec^4 f}{12}; \quad f = \frac{4\,PL^3}{Ec^4}.$$

Fig. 117. — SECCIÓN TRIANGULAR:

$$PL = \frac{Rbh^2}{24}; \quad \frac{PL^3}{3} = \frac{Ebh^3 f}{36} \quad \text{y} \quad f = \frac{12\,PL^3}{Ebh^3}.$$

De manera que se encuentra que el valor de PL es igual a $^1/_4$ de lo que se obtuvo para el rombo entero, y el valor de f,

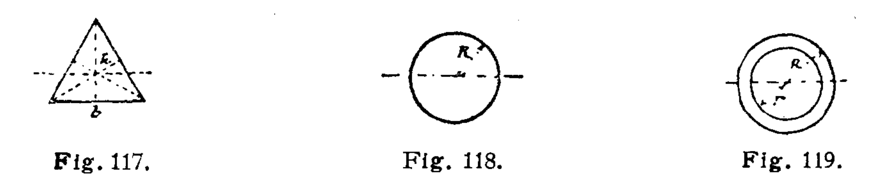


Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119.

es decir, la flecha, es 6 veces mayor para los mismos elementos b y h.

Fig. 118. — CÍRCULO LLENO, DE RADIO r.

Se tiene: $v = r$ e $I = \frac{\pi r^4}{4}$.

Para el caso de la figura 101 se tendría:

$$PL = R\frac{\pi r^3}{4}; \quad \frac{PL^3}{3} = \frac{\pi E r^4 f}{4}; \quad f = \frac{4\,PL^3}{3\pi E r^4}.$$

Comparando esta fórmula con la del cuadrado (fig. 116, suponiendo $b = h$), se ve que la resistencia del círculo está con respecto a la del cuadrado circunscrito con diagonal vertical en la relación $\frac{3\pi}{8\sqrt{2}}$. (Para el cuadrado con lados horizontales y verticales la relación es de $\frac{3\pi}{16}$).

Fig. 119. — CORONA CIRCULAR. Radio exterior R, radio interior r.

$$v = R; \quad I = \frac{\pi}{4}(R^4 - r^4); \quad \frac{PL^3}{3} = \frac{\pi E f}{4}(R^4 - r^4).$$

Para el caso de la figura 101 se tendría:

$$f = \frac{4\,PL^3}{3\,\pi E\,(R^4 - r^4)}.$$

Se ve que si $r = 0$, se encuentra simplemente la fórmula del círculo lleno.

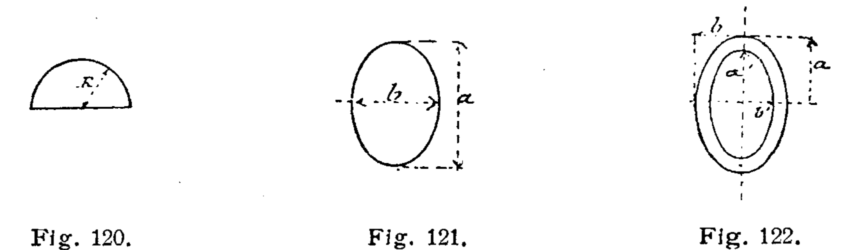


Fig. 120. Fig. 121. Fig. 122.

Fig. 120. — SEMICÍRCULO. Si el radio del semicírculo es r, se tiene: $I = 0{,}11\ r^4$.

$$\frac{I}{v} = 0{,}19\ r^3.$$

Fig. 121. — ELIPSE de sección vertical, eje mayor $a = 2\,a'$, eje menor $b = 2\,b'$:

$$v = a'; \quad I = \frac{\pi}{4}\,b'a'^3.$$

Para el caso de la figura 101 se tendría:

$$\frac{PL^3}{3} = \frac{\pi E b' a'^3 f}{4}; \quad f = \frac{4\,PL^3}{3\,\pi E b' a'^3}.$$

Si $a = b$, se vuelven a encontrar las fórmulas del círculo lleno.

Fig. 122. — SECCIÓN ELÍPTICA HUECA.

Sean $2a$ y $2b$ los dos ejes de la elipse exterior y $2a'$ y $2b'$ los ejes interiores, se tendrá:

$$v = a; \quad I = \frac{\pi}{4}(b a^3 - b' a'^3).$$

Para el caso de la figura 101 se tendría:

$$\frac{PL^3}{3} = \frac{\pi E f}{4}(b a^3 - b' a'^3) \quad \text{y} \quad f = \frac{4 PL^3}{3 \pi E (b a^3 - b' a'^3)}.$$

En las fórmulas que preceden el módulo de elasticidad es igual a $20 \cdot 10^9$, habiéndose tomado el metro como unidad, para las piezas de acero.

Tabla de las cargas de rotura y seguridad para los materiales usuales

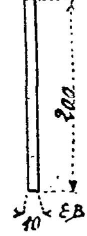
Clase de materiales	Peso específico Kg. por m³	Carga que produce la rotura				Carga de seguridad			
		Extensión o tracción	Compresión	Esfuerzo cortante o cizallamiento	Flexión	Extensión o tracción	Compresión	Esfuerzo cortante o cizallamiento	Flexión
		En kilogramos por milímetro cuadrado							
Hierro laminado.	7788	35 a 40	25 a 40	28 a 34	35 a 40	6 a 10	6 a 10	5 a 8	6 a 10
Fundición . . .	7200 a 7500	16 » 20	45 » 100	6 » 19	19 » 40	1 1/2 y 2	6 » 12	2 » 3	3 » 5
Acero.	7800 » 7900	40 » 50	40 » 50	36 » 40	40 » 50	9 a 12	9 » 12	8 » 10	9 » 12
Acero templado.	7816	100 » 260	—	—	140 » 190	25 » 40	—	—	25 » 40
Acero fundido .	7600	45 » 80	—	—	25 » 50	—	12	—	6 » 10
Chapa (en sentido del laminado) .	7788	41	—	—	—	6	—	—	—
Chapa (en sentido perpendicular).	—	36	—	—	—	5	—	—	—
Cobre rojo batido	8788 a 8890	25	—	—	—	3,6	—	—	—
Zinc laminado .	7200	5	—	—	—	0,7	—	—	—
		En kilogramos por centímetro cuadrado							
Encina	900	800	500	160	—	60 a 80	60 a 80	16	60
Pino	500 a 650	800	400	70	—	40 » 60	40 » 60	7	—
Aliso	510 » 800	900	480	—	—	—	48	—	—
Abedul de América.	490 » 990	—	—	—	—	—	23 a 45	—	—
Alamo	—	200	300	—	—	—	20 » 30	—	--

La teoría y la experiencia demuestran que para superficies y alturas iguales, es decir, para secciones equivalentes, cuanto más disminuya el espesor del hierro en el alma aumentando la anchura de las alas, mayor se hace el valor de $\frac{I}{v}$.

Tomaremos como punto de comparación el hierro plano y el hierro doble T.

PRIMER EJEMPLO. — Hierro plano de 0,010 × 0,200 (fig. 123).

$$\text{Superficie} = 0{,}010 \times 0{,}200 = 0{,}002; \quad \frac{I}{v} = \frac{0{,}01 \times 0{,}2^3}{12 \times 0{,}10} = 0{,}00006666.$$


Fig. 123.

SEGUNDO EJEMPLO. — Hierro doble T, en el cual $b = 0{,}033$, $h = 0{,}200$, $h' = 0{,}184$, y cuyo espesor de alma es 0,008.

$$\text{Superficie} = (0{,}184 \times 0{,}008) + (2 \times 0{,}033 \times 0{,}008) = 0{,}002;$$

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}033 \times 0{,}200^3 - 0{,}025 \times 0{,}184^3}{12 \times 0{,}10} = 0{,}000095.$$

TERCER EJEMPLO. — Hierro doble T, en el cual $b = 0{,}079$, $h = 0{,}200$, $h' = 184$, y cuyo espesor de alma es 0,004.

$$\text{Superficie} = (0{,}184 \times 0{,}004) + (2 \times 0{,}079 \times 0{,}008) = 0{,}002;$$

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}079 \times 0{,}200^3 - 0{,}075 \times 0{,}184^3}{12 \times 0{,}10} = 0{,}000152.$$

Se ve que el valor de $\frac{I}{v}$, es decir, la resistencia, aumenta a medida que se va trasladando hacia las alas una parte mayor del metal del alma.

Esto se comprende fácilmente si se considera que en una pieza flexada la línea del eje no ha cambiado de longitud, mientras que la superior ha sido comprimida y la inferior alargada; es, pues, lógico decir que si la fibra neutra no trabaja las inmediatas a ellas por encima y por debajo experimentan un trabajo creciente a medida que se van alejando de aquélla.

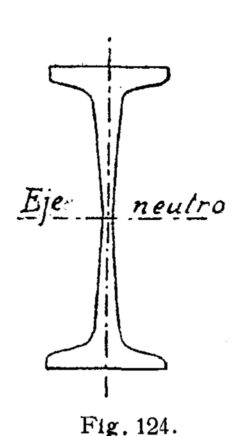


Fig. 124.

Asimismo, la mejor forma que puede darse a un hierro doble T consiste en disminuir el espesor del hierro sobre la línea neutra aumentándolo gradualmente hacia las alas, forma que hemos exagerado un poco en nuestro croquis (fig. 124).

Diversos ejemplos

Cálculo de las vigas para suelos

Para calcular la fuerza de una vigueta o de una viga hay que conocer siempre la crujía que ha de salvar y la carga que ha de soportar.

La crujía o luz es fácil de determinar, pues vendrá indicada en el plano de la construcción.

El peso soportado se calcula multiplicando el número de metros cuadrados sostenidos por la pieza por un número determinado de kilogramos por metro cuadrado.

Además de las tablas que damos más adelante, creemos útil dar aquí algunos ejemplos de aplicaciones que se presentan muy frecuentemente en la práctica.

Para una pieza cualquiera descansando libremente sobre dos puntos de apoyo y cargada uniformemente en toda su longitud se tiene:

$$\frac{PL}{8} = R\frac{I}{v}.$$

P es el peso total soportado;

L longitud de la pieza entre los puntos de apoyo;

$\frac{PL}{8}$ momento de flexión;

$R\frac{I}{v}$ momento de resistencia, en el cual R es el coeficiente de trabajo que puede hacerse para el hierro igual a 6000000, 8000000 o bien 10000000 por metro cuadrado. Se dice entonces que el hierro trabaja a 6, 8 ó 10 Kg. por milímetro cuadrado, según que se dé a R uno u otro de estos valores.

En la fórmula anterior no existe más incógnita que el valor de $\frac{I}{v}$ que, de la igualdad $\frac{PL}{8} = R\frac{I}{v}$, resulta ser igual a $\frac{PL}{8R}$.

EJEMPLO. — Sea una vigueta de 5 m. de luz con una carga total de 400 Kg. por metro cuadrado de piso, y suponiendo las viguetas espaciadas a 0,70 m. de eje a eje.

La vigueta soportará:

$$5 \times 0{,}70 \times 400 = 1400 \text{ Kg.}$$

Se tendrá, pues, para el momento de flexión:

$$\frac{PL}{8} = \frac{1400 \times 5{,}00}{8} = 875 \text{ Kgm.}$$

Si se hace trabajar el hierro a 6 Kg. hay que tomar el coeficiente 6000000 y el valor de $\frac{I}{v}$ será $\frac{PL}{8}$ dividido por R, o sea:

$$\frac{875}{6000000} = 0{,}000146 \text{ m}^3.$$

Se trata de encontrar una sección cuyo valor $\frac{I}{v}$ corresponda precisamente 0,000146.

Es una operación muy larga y que no puede hacerse más que por tanteos (si no se tienen a disposición tablas que den estos valores).

Eligiendo, por ejemplo, una vigueta de hierro doble T de 180×55 ordinaria, cuya alma tendrá un espesor de 0,006 y las alas de 0,008 se tendrá:

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}055 \times 0{,}180^3 - 0{,}049 \times 0{,}164^3}{12 \times 0{,}09} = 0{,}000096866 \text{ m}^3.$$

Como esta sección tomada al azar da un valor más pequeño para $\frac{I}{v}$, indica que si se empleara el hierro trabajaría a más de 6 Kg., pero sería demasiado fuerte si se le quisiera hacer trabajar a 10 Kg., porque entonces se tendría:

Momento de flexión: $\frac{PL}{8} = 875$ Kgm.

Momento resistente: $R\frac{I}{v} = R \times 0{,}000096866 = 875,$

de donde:

$$R = \frac{875}{0{,}000096866} = 9033100 \text{ Kg por m}^2.$$

Esta vigueta trabajaría, pues, aproximadamente a 9 Kg. por milímetro cuadrado.

Según el ejemplo que antecede todo se reduce, pues, a disponer de valores de $\frac{I}{v}$ calculados de antemano para todas las secciones. El mismo cálculo se aplica a todas las secciones simétricas, viguetas o vigas, metálicas o de madera.

Ejemplos. — Pieza prismática, cuya base es b y la altura h, de madera o de hierro:

$$\frac{I}{v} = \frac{bh^3}{12} : \frac{h}{2}.$$

Supongamos $b = 0{,}10$ y $h = 0{,}20$; se tendrá:

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}10 \times 0{,}20^3}{12 \times 0{,}10} = 0{,}000066 \text{ m}^3.$$

Para un hierro doble T 180 × 55, de 0,006 de alma y 0,008 de alas como espesor, se tendrá (cálculo precedente):

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}055 \times 0{,}18^3 - 0{,}049 \times 0{,}164^3}{12 \times 0{,}09} = 0{,}000096866 \text{ m}^3.$$

Para una viga de chapa compuesta de un alma de 400 × × 10 y de cuatro angulares $\frac{100 \times 100}{10}$, se tendrá:

$$\frac{I}{v} = \frac{(0{,}21 \times 0{,}40^3) - (0{,}18 \times 0{,}38^3 + 0{,}02 \times 0{,}20^3)}{12 \times 0{,}20} = 0{,}0014179 \text{ m}^3.$$

Para una viga de celosía compuesta como sigue: $b = 0{,}10$, $h = 0{,}50$, cuatro angulares $\frac{50 \times 50}{6}$, sin contar la celosía, será:

$$\frac{I}{v} = \frac{(0{,}10 \times 0{,}50^3) - (0{,}088 \times 0{,}488^3 + 0{,}012 \times 0{,}40^3)}{12 \times 0{,}25} = 0{,}0005350 \text{ m}^3.$$

Para el cálculo de la celosía, suponiéndola hecha con cruces de San Andrés e inclinadas a 45° la fórmula es: $F = \frac{P\sqrt{2}}{2}$ en el caso que nos ocupa, existiendo siempre dos barras en el mismo recuadro.

Supongamos, pues, vigas espaciadas a 1,70 m. con una luz de 4,50 m. y una carga de suelo de 120 Kg. por metro cuadrado; tendremos:

$$P = 1{,}70 \times 4{,}50 \times 120 = 918 \text{ Kg.}$$

$$M = \frac{918 \times 4{,}50}{8} = 516 \text{ Kgm.}$$

Necesitaremos, pues, una viga cuyo valor de $\frac{I}{v}$ para los cuatro angulares sea $\frac{516}{8000000} = 0{,}0000645$ (hacemos trabajar el hierro a 8 Kg.), y encontramos una vigueta de 0,18 m. de altura compuesta con cuatro angulares de $\frac{30 \times 30}{4}$, cuyo valor de $\frac{I}{v}$ es 0,000066.

Tendremos, entonces, para la celosía:

$$F = \frac{P\sqrt{2}}{2} = \frac{918 \times 1{.}414}{2} = 647{,}19 \text{ Kg.};$$

y si hacemos trabajar el hierro a 8 Kg. por milímetro cuadrado de sección, se tendrá: $\frac{647{.}19}{8} = 80{,}9 \text{ mm}^2$, o bien $0{,}0000809 \text{ m}^2$; y si damos arbitrariamente a las barras 0,025 m. de ancho, su espesor será: $\frac{0{,}0000809}{0{,}025} = 0{,}00325$ m.

(En todos estos cálculos no se han deducido los orificios de los remaches.)

EJEMPLO para viguetas o vigas de madera en un suelo.

Distancia entre puntos de apoyo	4,00 m.
Peso por metro cuadrado	400,00 Kg.
Separación de las viguetas	0,40 m.

Cada vigueta soportará:

$$P = 4{,}00 \times 0{,}40 \times 400 = 640 \text{ Kg.}$$

$$\frac{PL}{8} = R\,\frac{I}{v} = \frac{640 \times 4}{8} = 320 \text{ Kgm.}$$

Si se quiere hacer trabajar la madera a 60 Kg. por centímetro cuadrado, R será 600000 por metro, y el valor de $\frac{I}{v}$ será $\frac{320}{600000} = 0{,}000533$ m^3.

Bastará, pues, encontrar una sección cuyo valor de $\frac{I}{v}$ sea aproximadamente 0,000533, resultándonos una sección de 0,08 $\times$ 0,020, pues, en efecto, se tiene:

$$\frac{I}{v} = \frac{0{,}08 \times 0{,}20^3}{12 \times 0{,}10} = 0{,}000533 \text{ m}^3.$$

EJEMPLO para una viga de chapa. Sean:

Distancia entre puntos de apoyo	7,00 m.
Peso total por metro cuadrado	400,00 Kg.
Separación entre las vigas	3,50 m.

Cada viga soportará 7,00 $\times$ 3,50 $\times$ 400 = 9800 Kg.

$$\frac{PL}{8} = R\,\frac{I}{v} = \frac{9800 \times 7}{8} = \text{momento flexor} = 8575 \text{ Kgm.}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{PL}{8R}, \quad \text{o sea} \quad \frac{8575}{6000000} = 0{,}001429 \text{ m}^3.$$

Hará falta, pues, una viga de la sección indicada en el ejemplo de la página 90: 0,40 de altura y angulares $\frac{100 \times 100}{10}$, cuyo valor de $\frac{I}{v} = 0{,}0014179$ es muy aproximado a 0,001429.

EJEMPLO para una viga de celosía:

Distancia entre puntos de apoyo	5,00 m.
Carga del suelo por metro cuadrado. . . .	300,00 Kg.
Separación entre vigas	3,00 m.

Cada viga soportará:

$$P = 5{,}00 \times 3{,}00 \times 300 = 4500 \text{ Kg.}$$

$$\frac{PL}{8} = R\,\frac{I}{v} = \frac{4500 \times 5}{8} = \text{momento flexor} = 2812 \text{ Kgm.}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{PL}{8R} = \frac{2812}{6000000} = 0{,}0004686 \text{ m}^3.$$

(Suponiendo siempre que el metal trabaja a 6 Kg. por milímetro cuadrado, o 6000000 Kg. por metro cuadrado.)

Haría falta, pues, una viga de celosía que fuese, con poca diferencia, parecida a la de 0,50 m. de altura calculada en uno de los ejemplos de la página 90, y cuyo valor $\frac{I}{v} =$ $= 0{,}0005350$ es un poco grande (véase también para las grandes vigas de celosía el método de cálculo gráfico).

Flexión de una pieza colocada oblicuamente

Fig. 125.

Una pieza inclinada (fig. 125), cuando puede considerarse como descansando libremente sobre dos puntos de apoyo y está uniformemente cargada, puede calcularse por la fórmula siguiente:

$$\frac{PL\cos\alpha}{8} = R\,\frac{I}{v}.$$

Sea, por ejemplo:

$A = 4{,}00$ m.
$\alpha = 25^\circ$ ($\cos 25^\circ = 0{,}91$)
$L = 4{,}413$ m.
$P = 2383$ Kg. (tomado aquí arbitrariamente).

Se tendrá, pues:

$$\frac{2383 \times 4{,}413 \times 0{,}91}{8} = 1196{,}21 \text{ Kgm. (momento flexor),}$$

de donde:

$$\frac{I}{v} = \frac{1196,21}{6000000} \quad \text{o} \quad \frac{1196,21}{8000000}$$

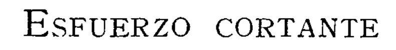
según que se quiera hacer trabajar el metal a 6 ó a 8 Kg. por milímetro cuadrado de sección.

Los apoyos de estas vigas inclinadas deben tener unas zapatas enlazadas con superficies horizontales para evitar su deslizamiento.

Empotramiento

Una pieza empotrada en sus dos extremos ofrece una resistencia doble que la que descansa libremente sobre dos puntos de apoyo cuando lleva una carga concentrada en el centro, y únicamente un 50 % más si la carga está uniformemente repartida. Esto sería cierto si el empotramiento existiera realmente, y si un relleno absolutamente perfecto y efectuado con materiales duros fuese suficiente para resistir a los momentos sobre los apoyos, y si además los muros que sirven para el empotramiento fuesen suficientemente sólidos para desempeñar el papel de estribos que se les impone, pero en la práctica hemos visto a menudo constructores que exigen a los materiales esfuerzos sumamente excesivos bajo el pretexto de considerarlos como empotrados cuando, en realidad, no existía tal cosa por descansar las vigas directamente sobre un muro de fábrica con mortero ordinario. La hipótesis del empotramiento no debe ser tomada en cuenta más que después de tener aseguradas las garantías necesarias.

Fig. 126.



Esfuerzo cortante

La resistencia al esfuerzo cortante es el esfuerzo que oponen las diversas moléculas de una pieza a la acción de fuerzas paralelas a sus secciones transversales (fig. 126).

La experiencia demuestra que esta resistencia es, como las precedentes, proporcional al área de la sección y puede ser expresada por:

$$SR = T; \quad R = \frac{T}{S} \quad \text{y} \quad S = \frac{T}{R},$$

siendo T el esfuerzo, paralelo a la sección S, y R el trabajo al esfuerzo cortante o cizallamiento por unidad de sección.

El coeficiente de trabajo R no debe ser más que los $^8/_{10}$ del admitido para el esfuerzo de tracción.

Vigas compuestas

VIGAS DE UNA SOLA ALMA.—Para darnos cuenta del peso que deberá soportar una viga se procederá como para una vigueta, y una vez conocido el valor $\frac{I}{v}$ necesario se buscará la sección que se aproxime más a él.

Supongamos una viga llena (figura 127); se tendrá:

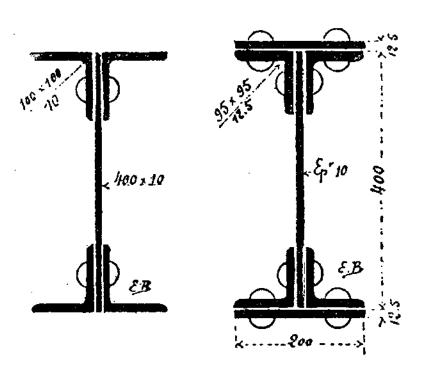


Fig. 127. Fig. 128.

$$\frac{I}{v} = \frac{(0.21 \times 0,40^3) - (0,18 \times 0,38^3) - (0,02 \times 0,20^3)}{12 \times 0,20} = 0,00141170.$$

La viga con tablas se calcula de la misma manera; ejemplo de la figura 128:

$$\frac{I}{v} = \frac{(0.20 \times 0,425^3) - (0,165 \times 0,350^3) - (0,025 \times 0,185^3)}{12 \times 0,2125} = 0,00318.$$

Para simplificar estos cálculos damos en la tabla que sigue los módulos $\frac{I}{v}$ descompuestos por elementos.

Tabla para el cálculo de los valores de $\frac{I}{v}$ de las vigas compuestas, en función del centímetro

(Para obtener estos valores en función del metro hay que correr la coma seis lugares hacia la izquierda)

Angulares de	Altura de las vigas											
	0,16 m.	0,18 m.	0,20 m.	0,25 m.	0,30 m.	0,35 m.	0,40 m.	0,45 m.	0,50 m.	0,60 m.	0,70 m.	0,80 m.
Valores de $\frac{I}{v}$ para los cuatro angulares solos												
$30 \times 30 \times 4$	57	66	75	97	119	142	164	—	—	—	—	—
$35 \times 35 \times 4{,}5$	73	84	96	125	154	183	212	242	270	—	—	—
$40 \times 40 \times 5$	90	104	119	155	192	229	266	304	341	416	—	—
$45 \times 45 \times 5$	99	115	131	173	214	256	300	340	383	467	552	—
$50 \times 50 \times 5$	108	126	144	189	236	282	333	377	424	490	613	708
$60 \times 60 \times 6$	146	171	200	264	327	394	460	520	596	733	868	1005
$70 \times 70 \times 7$	189	222	255	342	431	521	611	703	794	973	1163	1348
$80 \times 80 \times 8$	—	—	318	429	543	659	777	895	1016	1254	1495	1736
$90 \times 90 \times 9$	—	—	386	522	664	810	957	1106	1256	1558	1862	2166
$100 \times 100 \times 10$	—	—	—	622	794	971	1150	1333	1516	1890	2263	2637
Valores de $\frac{I}{v}$ para almas de 1 cm. de espesor												
	42	54	70	104	147	206	263	338	416	600	817	1067
Valores de $\frac{I}{v}$ para tablas de 1 cm² de sección cada una												
	16	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80

Los valores de $\frac{I}{v}$ de las vigas compuestas se obtendrán rápidamente valiéndose de esta tabla, sumando los valores correspondientes de las almas, de los angulares y de las tablas; los valores de $\frac{I}{v}$ de las almas son proporcionales a su espesor, los de las tablas se obtendrán también multiplicando la sección total de las platabandas expresada en centímetros cuadrados por las cifras de la tabla. Para las vigas en celosía no se tomarán más que los valores de $\frac{I}{v}$ de los cuatro angulares y los de las tablas.

Vigas con una sola alma				Vigas con dos almas	
Alma	4 angulares	2 tablas	$\frac{I}{v}$ neto	2 tablas	$\frac{I}{v}$ neto
200 × 5	40 × 40 × 5	100 × 6	218	200 × 6	369
íd.	íd.	100 × 12	305	200 × 12	576
íd.	50 × 50 × 5	120 × 6	248	220 × 6	400
íd.	íd.	120 × 12	350	220 × 12	620
250 × 5	40 × 40 × 5	100 × 6	294	200 × 6	493
íd.	íd.	100 × 12	400	200 × 12	748
íd.	50 × 50 × 5	120 × 6	331	220 × 6	531
íd.	íd.	120 × 12	458	220 × 12	807
300 × 5	50 × 50 × 5	120 × 7	445	220 × 7	727
íd.	íd.	120 × 14	624	220 × 14	1113
íd.	60 × 60 × 6	150 × 7	572	250 × 7	854
íd.	íd.	150 × 14	803	250 × 14	1293
350 × 5	50 × 50 × 5	120 × 7	542	220 × 7	885
íd.	íd.	120 × 14	751	220 × 14	1336
íd.	60 × 60 × 6	150 × 7	696	300 × 7	1161
íd.	íd.	150 × 14	966	300 × 14	1796
400 × 6	60 × 60 × 6	150 × 8	893	300 × 8	1527
íd.	íd.	150 × 16	1246	300 × 16	2356
íd.	íd.	150 × 24	1603	300 × 24	3192
íd.	70 × 70 × 7	200 × 8	1162	350 × 8	1796
íd.	íd.	200 × 16	1658	350 × 16	2768
íd.	íd.	200 × 24	2150	350 × 24	3748
450 × 6	60 × 60 × 6	150 × 8	1038	300 × 8	1774
íd.	íd.	150 × 16	1436	300 × 16	2707
íd.	íd.	150 × 24	1837	300 × 24	3646
íd.	70 × 70 × 7	200 × 8	1346	350 × 8	2081
íd.	íd.	200 × 16	1905	350 × 16	3176
íd.	íd.	200 × 24	2468	350 × 24	4277
500 × 7	70 × 70 × 7	200 × 8	1575	300 × 8	2258
íd.	íd.	200 × 16	2197	300 × 16	3272
íd.	íd.	200 × 24	2822	300 × 24	4292
íd.	80 × 80 × 8	220 × 9	1905	400 × 9	2997
íd.	íd.	220 × 18	2668	400 × 18	4563
íd.	íd.	220 × 27	3444	400 × 27	6145
600 × 8	80 × 80 × 8	220 × 9	2455	350 × 9	3620
íd.	íd.	220 × 18	3376	350 × 18	5234
íd.	íd.	220 × 27	4265	350 × 27	6823
íd.	íd.	220 × 36	5234	350 × 36	8483
íd.	90 × 90 × 9	250 × 10	2964	450 × 10	4629
íd.	íd.	250 × 20	4136	450 × 20	6990
íd.	íd.	250 × 30	5317	450 × 30	9364
íd.	íd.	250 × 40	6508	450 × 40	11756
700 × 9	90 × 90 × 9	250 × 10	3679	400 × 10	5443
íd.	íd.	250 × 20	5048	400 × 20	7846
íd.	íd.	250 × 30	6425	400 × 30	10260
íd.	íd.	250 × 40	7812	400 × 50	12688
íd.	100 × 100 × 10	280 × 10	4221	500 × 10	6476
íd.	íd.	280 × 20	5778	500 × 20	9556
íd.	íd.	280 × 30	7343	500 × 30	12650
íd.	íd.	280 × 40	8918	500 × 40	15762
800 × 10	100 × 100 × 10	300 × 11	5459	500 × 11	8257
íd.	íd.	300 × 22	7596	500 × 22	12130
íd.	íd.	300 × 33	9743	500 × 33	16019
íd.	íd.	300 × 44	11902	500 × 44	19929

Para las vigas con tablas, los valores de $\frac{I}{v}$ calculados por medio de la tabla de la página 96 son un poco grandes, y el error por exceso puede llegar al 2 %. Además, estos valores están calculados partiendo de la sección bruta; si se quisiera tener en cuenta la debilitación debida a los agujeros de los remaches, habría que deducir aproximadamente el 13 %, es decir, que $\frac{I}{v}$ neto sería igual a $\frac{I}{v}$ bruto multiplicado por el coeficiente de reducción 0,87.

La tabla de la página 97 da valores de $\frac{I}{v}$ netos (deducidos los orificios) de algunas secciones corrientes de vigas desde 0,200 a 0,800 m. de altura de alma. Estos valores de $\frac{I}{v}$ están expresados en función del centímetro; para obtenerlos en función del metro sería preciso correr la coma seis lugares hacia la izquierda.

Estática gráfica

La estática gráfica es el estudio por medios puramente geométricos de las condiciones que concurren a establecer el equilibrio de un sistema cualquiera de fuerzas. Emplea para la representación de una fuerza en magnitud y en dirección, una recta, su longitud y su posición.

Es un método de cálculo muy sencillo, y sobre todo muy rápido, que permite por una simple medición sobre un diagrama construído, según una escala convenida, conocer los esfuerzos de tensión o de compresión desarrollados en las diversas barras de un sistema triangulado.

No queremos desarrollar aquí la teoría del polígono de fuerzas y las nociones del cálculo gráfico. Intentamos tan sólo dar a nuestros lectores ejemplos de aplicación de este

cálculo a modelos simples de sistemas articulados, armaduras de cubiertas y vigas.

En todos los sistemas que representamos aquí por líneas, los trazos finos representan los cordones o barras sometidos a un esfuerzo de tracción y los trazos gruesos los sometidos a un esfuerzo de compresión.

Para las piezas sometidas a un esfuerzo de tracción basta darles una sección neta correspondiente a la carga indicada por el diagrama, y según el coeficiente de trabajo adoptado.

Para las piezas sometidas a la compresión hay que tener en cuenta la flexión lateral que puede producirse en las piezas cargadas por sus cabezas, y que es tanto más de temer cuanto más considerable sea la relación entre la longitud y la menor dimensión transversal. Se utilizarán con este objeto las fórmulas y tablas dadas anteriormente.

La investigación de los esfuerzos por los procedimientos gráficos se efectuará con mucha sencillez siguiendo la marcha indicada por nuestros esquemas.

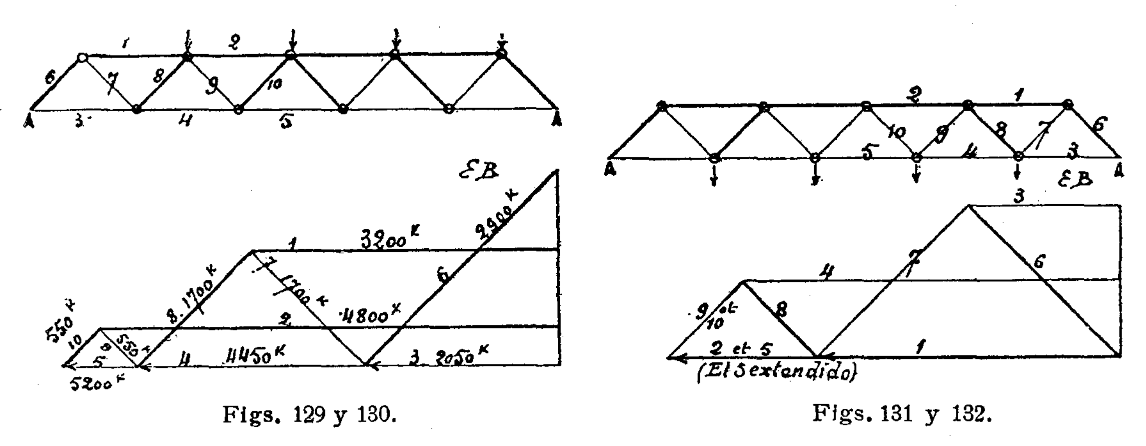
El cálculo gráfico no se ocupa del trabajo de flexión local entre dos nudos, que debe ser calculado aparte cuando una carga está uniformemente repartida o concentrada entre dos de aquéllos. Para el cálculo todas las cargas deben convertirse en cargas concentradas sobre los nudos, como indican nuestras figuras.

CÁLCULO GRÁFICO DE LAS VIGAS DE CELOSÍA

La viga en V se llama superior o inferior, según que la disposición de las barras de los triángulos extremos puedan obligar a considerarla como situada por completo por encima de sus puntos de apoyo (fig. 129) o por debajo (fig. 133).

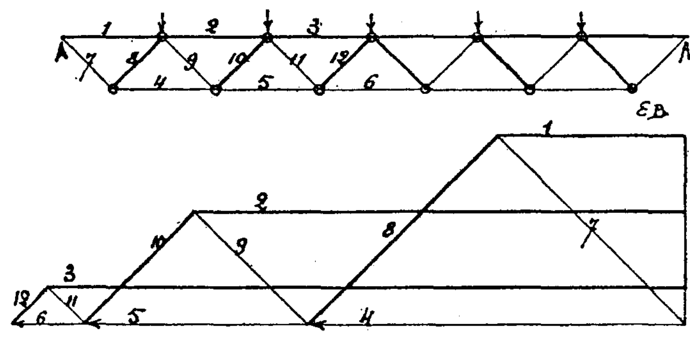
Trazado con toda exactitud, con una escala escogida arbitrariamente, el esquema de la viga que se va a calcular, se determina el peso que obra sobre cada nudo (en nuestro ejemplo hemos supuesto un peso de 800 Kg.).

Sobre una vertical (o según una paralela a la dirección de los esfuerzos si éstos son oblicuos) se tomarán con una escala cualquiera, por ejemplo, 0,01 m. por 1000 Kg., las cargas sucesivas partiendo del apoyo. Desde estos puntos se trazarán paralelas a los cordones 1, 2, 3, que otras paralelas a las diagonales vendrán a cortar, fijando así la importancia del esfuerzo (figs. 129 y 130).



Figs. 129 y 130. Figs. 131 y 132.

Sólo queda medir con la escala el esfuerzo de compresión o de tracción, lo cual será fácil de distinguir, puesto que en nuestras figuras hemos señalado con trazo fino las piezas extendidas y con trazo grueso las comprimidas.



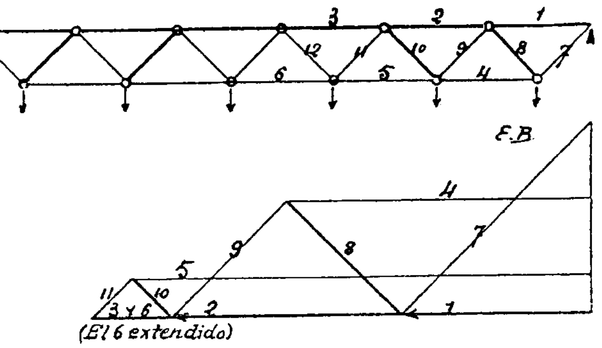
Figs. 133 y 134.

Según que la carga apoye sobre los nudos superiores de la viga o esté suspendida de los nudos inferiores, el trabajo varía de importancia como es fácil darse cuenta sobre las figuras 131 y 132 comparándolas con las precedentes.

Las figuras 133, 134, 135 y 136 son vigas inferiores, la primera cargada por encima, la segunda cargada por debajo.

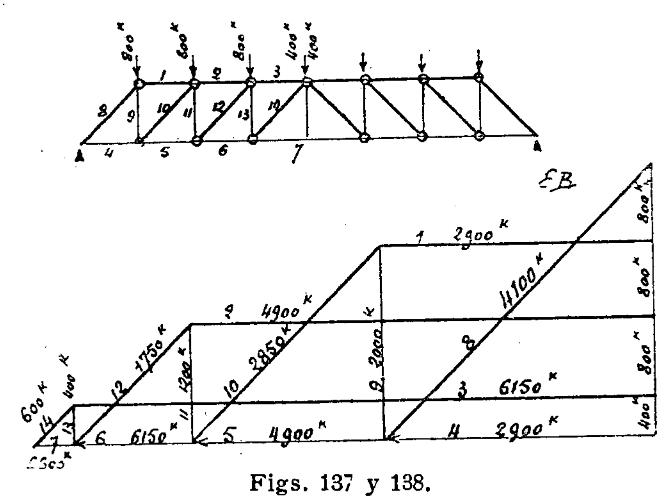
El diagrama de la viga Howe (figs. 137 y 138) se traza de

la misma manera, llevando las cargas sobre una vertical



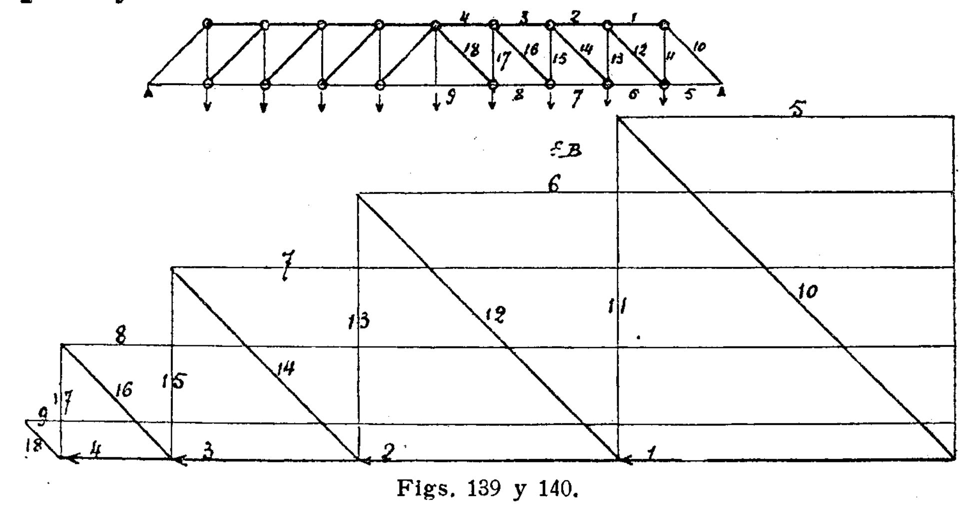
Figs. 135 y 136.

con la escala escogida y trazando paralelas a las barras de la celosía.



Figs. 137 y 138.

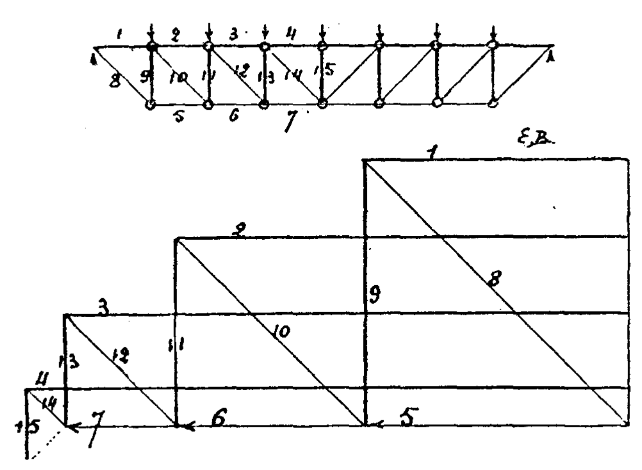
Las figuras 139 y 140 representan la misma viga cargada por debajo.



Figs. 139 y 140.

Para la viga Pratt, que es parecida a la viga Howe, pero invertida de abajo arriba (figs. 141 y 142), el trabajo cambia;

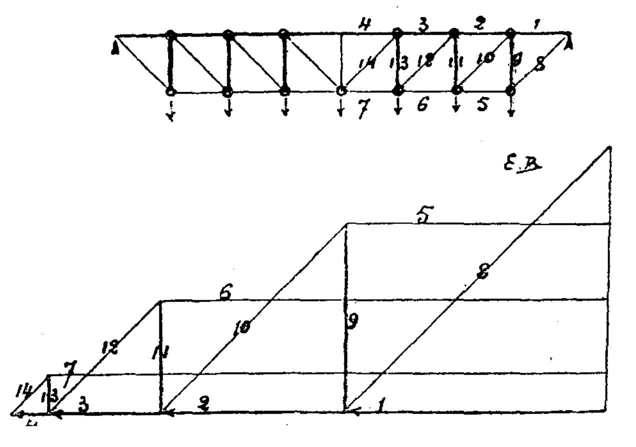
son las barras verticales las que están comprimidas. El trazado del diagrama se efectúa de la misma manera que en los anteriores.



Figs. 141 y 142.

En las figuras 143 y 144 presentamos el diagrama de la misma viga, pero cargada por su parte inferior.

La viga con cruces de San Andrés, de un empleo muy general, puede ser considerada para su cálculo como formada por la superposición de dos tipos Warren, o en V. De este modo se trazarán dos diagramas como se ha indicado en las figuras 130 y 134.



Figs. 143 y 144.

Los montantes verticales, sin ser indispensables, serán útiles para igualar las cargas sobre los dos sistemas o permitirán no hacer trabajar en cada cuadro más que las barras extendidas si las diagonales son de hierro plano y no pueden resistir a la compresión.



CAPÍTULO IV

Columnas de fundición.—Consolas de fundición.—Columnas de hierro huecas. Entramados metálicos.—Montantes compuestos de hierro

De las columnas en general.

Columnas macizas del comercio. — Diámetros más usuales. Entasis de las columnas. Basas, capiteles. Columnas acopladas. Empleo de las columnas macizas. Columnas para dos pisos. Tablas de los pesos y de las cargas que pueden soportar las columnas llenas.

Columnas huecas. — Bajadas de agua, precauciones. Espesor de las columnas. Moldeo de las columnas. Machos curvados. Tabla de los pesos y cargas que pueden soportar las columnas huecas.

Columnas según modelos especiales. — Columnas de pequeño diámetro. Columnas especiales. Disposiciones para cortinas o persianas. Fustes cuadrados. Columnas con nervios de unión. Columnas decorativas. Columnas para construcciones de hierro y vidrio.

Columnas deformadas al enfriarse. Enderezamiento de las columnas. Columnas embebidas. Columnas para obra de ladrillos. Columnas para talleres.

Consolas de fundición. — Consolas para obra de ladrillos. Consolas decoradas. Modo de unión.

De los modelos. — Contracción.

Columnas de hierro huecas. — Su empleo. Basas, anillos y capiteles. Tabla de los pesos de los hierros huecos.

Entramados de hierro. — Generalidades, construcción de los entramados de hierro. Montantes, carreras. Riostras o tirantes, soleras. Fuerza de los hierros. Poste angular. Cornijales. Unión de un montante a la carrera. Unión a un cornijal.

Montantes compuestos de hierro.

De las columnas en general

Las columnas son soportes aislados, a veces acoplados, que sostienen una viga o reciben el arranque de un arco.

Una columna se compone de tres partes principales: la basa, el fuste y el capitel.

La resistencia considerable de la fundición sometida a la compresión, hace de ella un elemento excelente para constituir un soporte vertical, y su propiedad de poderse moldear fundida hace muy fáciles de obtener tanto las formas más sencillas como las más complicadas; se presta admirablemente a la composición arquitectónica, a la cual permite alcanzar el efecto de esbeltez tan buscado por los artistas de la edad media, dividiendo sus gruesos pilares por pequeñas columnas embebidas, método, por lo demás, ingenioso y que daba esa ilusión de altura que nos admira aún hoy día en las grandes naves de nuestras catedrales.

Columnas macizas del comercio

Se encuentran en el comercio columnas de fundición macizas, con sección desde 0,08 hasta 0,20 m., y aun más, de diámetro, con longitudes que varían de 0,05 en 0,05 m., tomando como punto de partida 2 m. para las de 0,08 de diámetro, y proporcionadamente las otras (fig. 145).

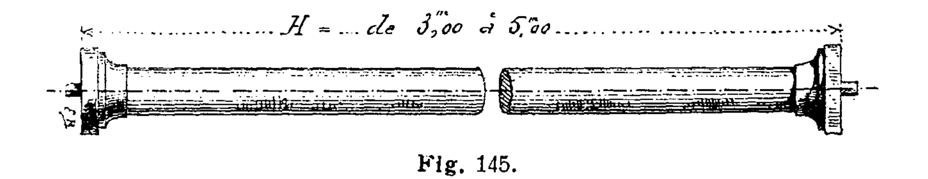


Fig. 145.

Las columnas macizas tienen una basa bastante ancha, para repartir el esfuerzo de aplastamiento sobre el lecho que las recibe, y van provistas de un espárrago de hierro cogido en la fundición en el momento de la colada; este espárrago, que penetra en la piedra y está empotrado en ella, impide todo movimiento de la columna, ya bien sujeta en su sitio por su propio peso.

El fuste de una columna bien hecha está ligeramente ensanchado hacia el centro; o mejor aún, desde el punto de

vista del efecto, es cilíndrico en el primer tercio de su altura dirigiéndose hasta el capitel formando una ligera curva *(entasis),* aproximadamente 2 $^{1}/_{2}$ mm. por metro, o sea para 4 m. de altura una diferencia de 0,01 m. entre el diámetro del fuste en el primer tercio y el que tiene debajo del astrágalo.

El capitel o sombrero es un perfil cualquiera acompañado de dos consolas de apoyo destinadas a recibir la viga (fig. 146).

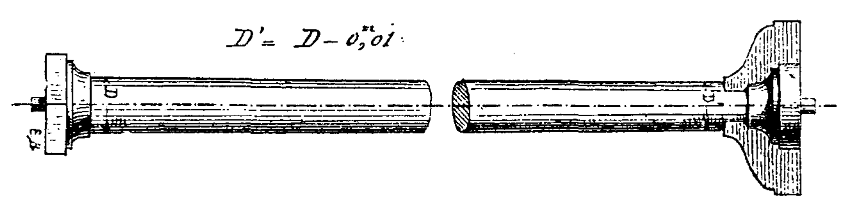


Fig. 146.

Diremos, desde luego, que para recibir una viga se coloca sobre la cabeza de la columna un fuerte hierro plano, en el cual está introducido el espárrago superior; este hierro plano está levantado por cada lado de manera que abrace los dos hierros que componen la jácena.

Las columnas pueden estar acopladas de dos en dos o de cuatro en cuatro; entonces están reunidas por collares

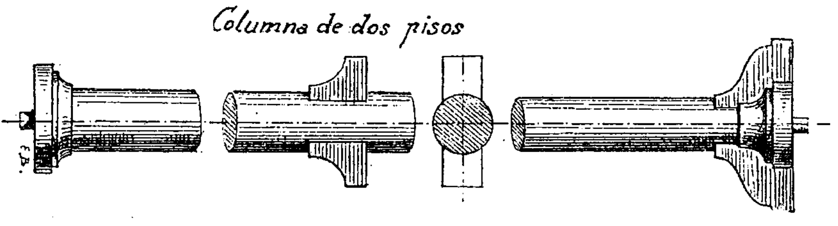


Fig. 147.

de hierro, forjados, empernados y enlazados en la parte alta por una meseta o ábaco.

Se construyen también columnas destinadas a sostener varios dinteles o jácenas o, si se prefiere, varios pisos (columnas pasantes); entonces llevan sobre el fuste a una altura determinada (tan sólo se fabrican sobre pedido) unas consolas de descanso como las que hemos descrito al tratar de los suelos sobre columnas, de lo cual damos, por lo demás, aquí un ejemplo (fig. 147).

Las columnas macizas de fundición se emplean para reemplazar los pilares o los estribos, y para dar a las portadas de las tiendas el mayor espacio libre posible y, por consiguiente, la mayor cantidad de luz.

Resistencia

Una pieza de fundición, cuya altura varía desde 1 a 5 veces la menor dimensión de la sección transversal, no se rompe por aplastamiento más que bajo una carga de 75 a 80 Kg. por milímetro cuadrado.

En el capítulo precedente hemos dado las fórmulas que permiten calcular la resistencia de las columnas; la tabla siguiente da los resultados de estos cálculos para las dimensiones corrientes.

Tabla que indica el peso de las columnas macizas y las cargas de seguridad con que pueden cargarse

(Trabajo: 10 Kg. por mm²) [1])

Diámetro de las columnas redondas	Peso del metro de fuste sin incluir la basa ni el capitel	Altura de las columnas								
		2 m.	2,50 m.	3 m.	3,50 m.	4 m.	4,50 m.	5 m.	5,50 m.	6 m.
m.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
0,08	36	13000	9500	7000	—	—	—	—	—	—
0,09	46	19000	14000	10500	8500	—	—	—	—	—
0,10	56	26000	20000	15500	12000	10000	—	—	—	—
0,11	69	34000	27000	22000	17500	14500	11500	—	—	—
0,12	82	44000	35000	29000	23500	19000	16000	14500	—	—
0,13	96	55000	46000	38000	31000	25500	21000	18000	16000	—
0,14	111	68000	57000	48000	40000	33000	27000	23000	20500	19000
0,15	127	82000	69000	58000	49000	42000	35000	30000	25500	23000
0,16	145	97000	82000	70000	61000	52000	44000	38000	32000	28000
0,17	164	—	98000	84000	73000	63000	54000	47000	40000	35000
0,18	183	—	—	99000	86000	76000	66000	57000	49000	43000
0,19	205	—	—	—	101000	89000	78000	69000	60000	52000
0,20	226	—	—	—	—	103000	92000	81000	71000	63000

1) *Manuel du serrurier-constructeur,* por Léon Griveaud, ingeniero.

Los pesos indicados en la tabla anterior no comprenden más que el metro corriente de fuste; para una columna de 3 m., tomada como término de comparación, se pueden añadir aproximadamente 40 Kg. para la basa, el capitel y el asiento de las vigas.

Columnas huecas

Para las columnas macizas se admite que el ensanchamiento hacia el centro aumenta la resistencia aproximadamente en $^1/_8$.

Si no se utilizan las columnas huecas para la bajada de las aguas de lluvia (lo cual puede ocasionar la rotura de las columnas si no se ha tenido la precaución de forrarlas con un tubo de plomo de un diámetro menor que el hueco de la columna para evitar los efectos de la congelación de las aguas a bajas temperaturas), se las puede llenar de un mortero de cemento, hormigón fino u otro cualquiera, que estando perfectamente contenido por las paredes contribuye todavía a aumentar la resistencia al aplastamiento.

En cuanto al espesor de las columnas huecas, hay que tener en cuenta las imperfecciones del metal y la colada, y no sería prudente bajar más allá de 12 mm. para una columna de 2,50 m.; 18 a 20 mm. es un buen espesor medio.

Hemos observado a menudo en las columnas huecas diferencias sensibles en los espesores; esto es debido a que, efectuándose la colada horizontalmente, el macho que ocupa el lugar del hueco que se ha de obtener no estaba perfectamente sostenido, se ha arqueado por su propio peso y la columna obtenida, muy gruesa por un lado, puede ser muy débil por el otro, y esta es la razón por la que conviene forzar ligeramente los espesores.

En la colada vertical no existe este inconveniente más que cuando el macho está mal hecho y se desvía sin ser soli-

citado por ningún esfuerzo; pero este sistema de moldeo no se usa para las columnas.

Se calcula, en general, que la columna hueca tiene una resistencia igual a la de la columna maciza, menos la de una columna de la misma altura capaz de llenar el hueco.

Tabla que indica el peso de las columnas huecas y las cargas de seguridad con que pueden cargarse

($R = 10$ Kg. por mm²) [1]

Diámetro exterior	Espesor de fundición en mm.	Peso del metro de fuste, sin basa ni capitel	Altura de las columnas								
			3 m.	3,50 m.	4 m.	4,50 m.	5 m.	5,50 m.	6 m.	6,50 m.	7 m.
m.		Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
0,12	20	45	22000	19000	16000	14000	12000	—	—	—	—
0,13	20	50	27000	23000	20000	17000	15000	—	—	—	—
0,14	22,5	60	34000	29000	26000	22000	19000	17000	—	—	—
0,15	22,5	65	39000	34000	30000	26000	23000	20000	—	—	—
0,16	25	76	48000	43000	38000	34000	30000	26000	23000	—	—
0,17	25	82	53000	48000	43000	39000	34000	30000	27000	—	—
0,18	25	88	58000	53000	48000	43000	38000	34000	31000	—	—
0,19	25	93	64000	58000	53000	48000	43000	39000	35000	—	—
0,20	27,5	107	76000	70000	64000	58000	53000	48000	43000	39000	—
0,21	27,5	113	82000	76000	70000	64000	58000	53000	48000	44000	—
0,22	27,5	120	89000	83000	76000	70000	64000	59000	54000	49000	—
0,23	27,5	126	96000	89000	83000	76000	70000	65000	60000	55000	—
0,24	30	142	110000	102000	96000	89000	82000	76000	70000	64000	59000
0,25	30	149	117000	110000	103000	96000	89000	83000	77000	71000	65000
0,26	30	155	124000	117000	110000	103000	96000	89000	83000	77000	71000
0,27	30	163	131000	124000	117000	109000	102000	96000	89000	83000	77000
0,28	30	170	138000	131000	123000	116000	109000	102000	96000	89000	83000
0,29	30	176	146000	138000	131000	124000	117000	110000	103000	96000	90000
0,30	30	183	152000	144000	137000	130000	123000	116000	109000	102000	96000

(Los pesos indicados en la tabla que antecede no comprenden más que el metro corriente de fuste; es preciso, por lo tanto, lo mismo que para las columnas macizas, añadir aproximadamente 40 Kg. para la basa y el capitel, peso medio.)

Con las dos tablas que anteceden se pueden obtener las cargas que no impongan a la fundición más que un trabajo

[1] *Manuel du serrurier-constructeur*, por Léon Griveaud, ingeniero.

de 9, 8, 7 ó 6 Kg., multiplicando las cargas indicadas en las tablas por los coeficientes de reducción: 0.9, 0.8, 0,7 ó 0,6.

EJEMPLO. — Una columna hueca de 0,20 m. de diámetro, trabajando a 10 Kg., puede soportar, siendo su altura de 5 m., 53000 Kg. Si se quiere que el material no trabaje más que a 6 Kg. basta multiplicar 53000 por 0,6 y se obtendrán 31800 Kg.

Columnas de fundición según modelos especiales

COLUMNAS PARA PEQUEÑAS CONSTRUCCIONES

Estas columnas se construyen macizas hasta 0,075 a 0,08 m. de diámetro; después de esta medida se pueden construir huecas para satisfacer a condiciones especiales, pero la economía del material empleado no compensa la superioridad de precio de la fundición hueca sobre la fundición maciza.

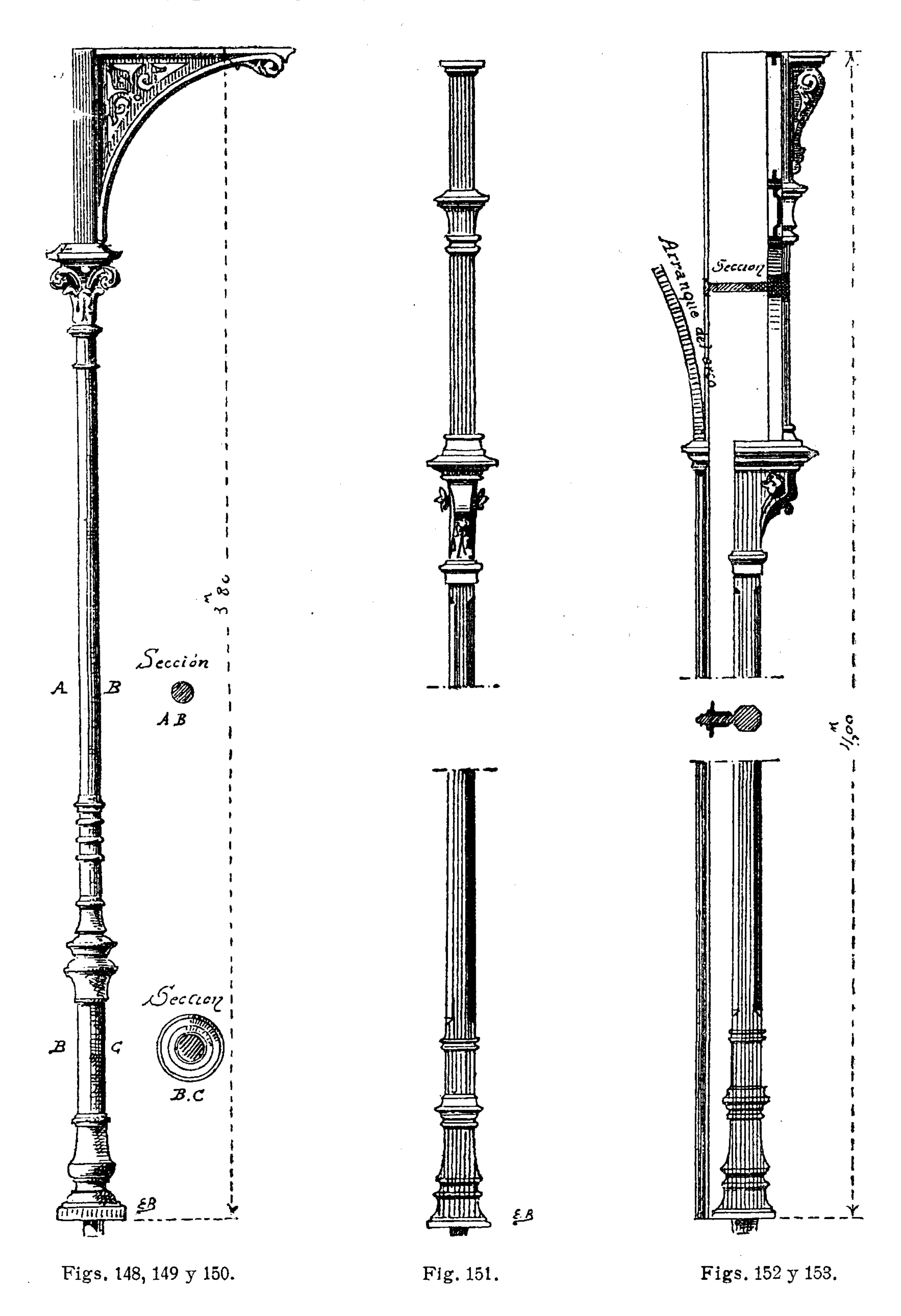
En las figuras 148, 149 y 150 damos un ejemplo de una columna pequeña con perfiles. Las secciones son variadas en la parte que debe quedar frente al zócalo; el fuste es de un diámetro algo menor; por encima del capitel, que asimismo es de fundición, continúa una parte de sección cuadrada que puede recibir una o varias consolas, arranques de arco, viguetas, etc.

Otra disposición es la columna de pequeño diámetro aplicada en saliente sobre una pared cualquiera, de hierro y vidrio generalmente.

En los dibujos (figs. 151, 152 y 153) se ve un modelo de esta clase destinado a recibir, además del tabique con los cristales, una vigueta ligera por su parte alta, sostenida por consolas; el espacio que queda libre entre el fuste de la columna y la pared con los cristales está destinado al descenso de una cortina o de una persiana.

Hemos hablado ya del fuste cuadrado para las uniones;

he aquí otra disposición que permite unir una viga sobre una columna (figs. 154 y 155).



Figs. 148, 149 y 150. Fig. 151. Figs. 152 y 153.

La columna viene de fundición con dos fuertes nervios

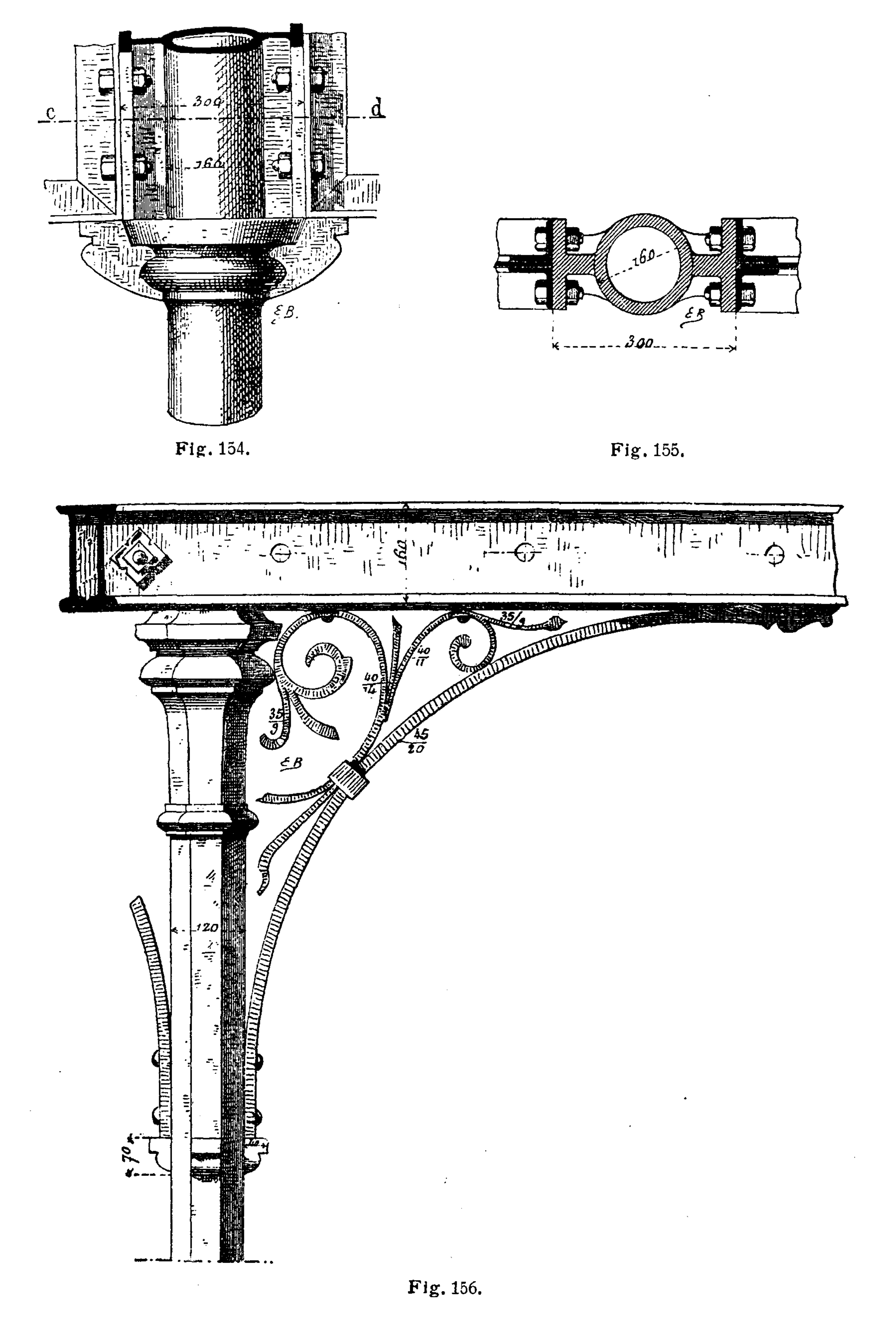


Fig. 154.

Fig. 155.

Fig. 156.

doblados en T que se apoyan sobre las consolas que acompañan al capitel.

El espacio entre el ala o tabla del nervio y la columna debe permitir la introducción del tornillo con un juego razonable; la figura 155 es el corte por *c d* de la figura 154.

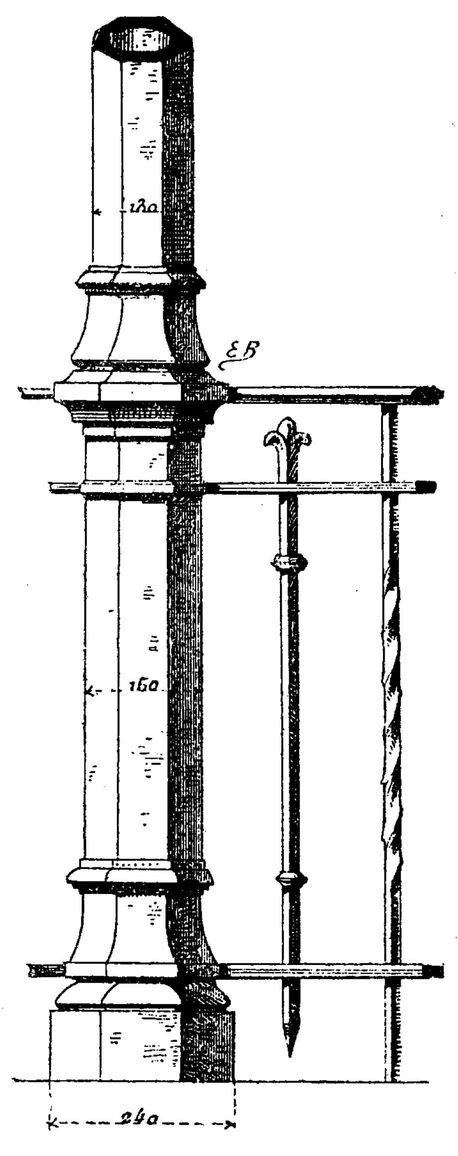
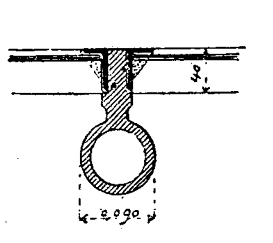
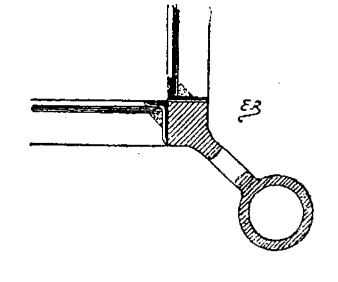


Fig. 157.

La fundición se presta a una gran finura en los perfiles; creemos que sin necesidad de esculturas puede darse a estos apoyos un efecto tan elegante, un carácter arquitectónico del que tratamos de dar una idea en nuestros croquis (figs. 156 y 157); añadimos también la unión de una consola y una barandilla para su aplicación a una terraza o balcón cubierto, por ejemplo.

Las columnas destinadas a las construcciones de hierro y vidrio se construyen a menudo con una sección por el estilo de las indicadas en las figuras 158 y 159 para columnas intermedias y de ángulo; debe observarse en el estudio de estas columnas una cierta ponderación entre la cantidad de material de la columna y la de su nervio; esto es indispensable porque al enfriarse más pronto en el molde las partes de pequeñas dimensiones se contraen y tienen una tendencia a curvarse, y las partes más gruesas, todavía en estado de


Fig. 158.


Fig. 159.

fusión, obedecen a este esfuerzo, por lo cual se obtienen columnas curvas.

Cuando la fundición es buena pueden enderezarse estas columnas defectuosas calentándolas al aire libre y cargándolas con pesos.

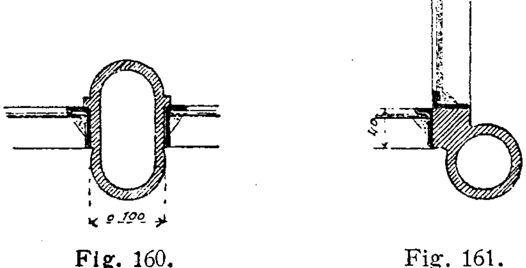


Fig. 160. Fig. 161.

Las secciones que representan las figuras 160 y 161, asimismo columnas intermedias y de ángulo, corresponden a pequeñas columnas embebidas; se las puede establecer para recibir paredes con cristales, tabiques ligeros, obra de ladrillos, etc.

Las columnas destinadas a recibir una obra de ladrillos llevan unas aletas para abrazar éstos.

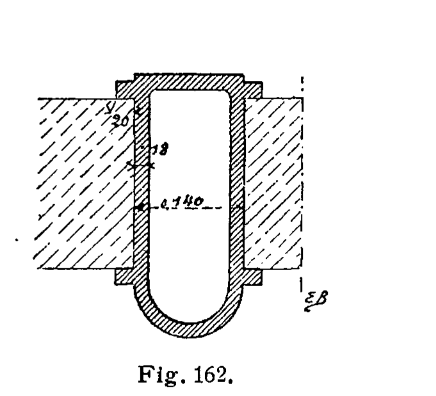


Fig. 162.

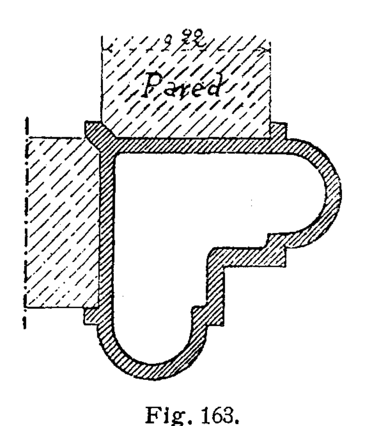


Fig. 163.

Las que indicamos (figs. 162 y 163) son para ladrillos de 0,22 m.; disminuyendo su tamaño pueden aplicarse a tabiques de 0,06, 0,11 m., etc. Tendremos todavía ocasión de hablar de estas columnas al ocuparnos de los mercados cubiertos.

Consolas de fundición sencillas y decoradas

La fundición es un material bueno para emplearlo en el recuadrado (arriostramiento del ángulo); se hacen con él buenas consolas o ménsulas. Estas pueden ser sencillas, como

en la figura 164, que está destinada a recibir una obra de ladrillos y a ser ensamblada a una columna semejante a la sección representada en la figura 162.

Empleada para consolas decoradas se obtiene, cuando hay repetición, una decoración rica y poco costosa (figs. 148, 165 y 167).

En la figura 166 presentamos el modo de unión de las consolas con las columnas; unas orejas reservadas, en canti-

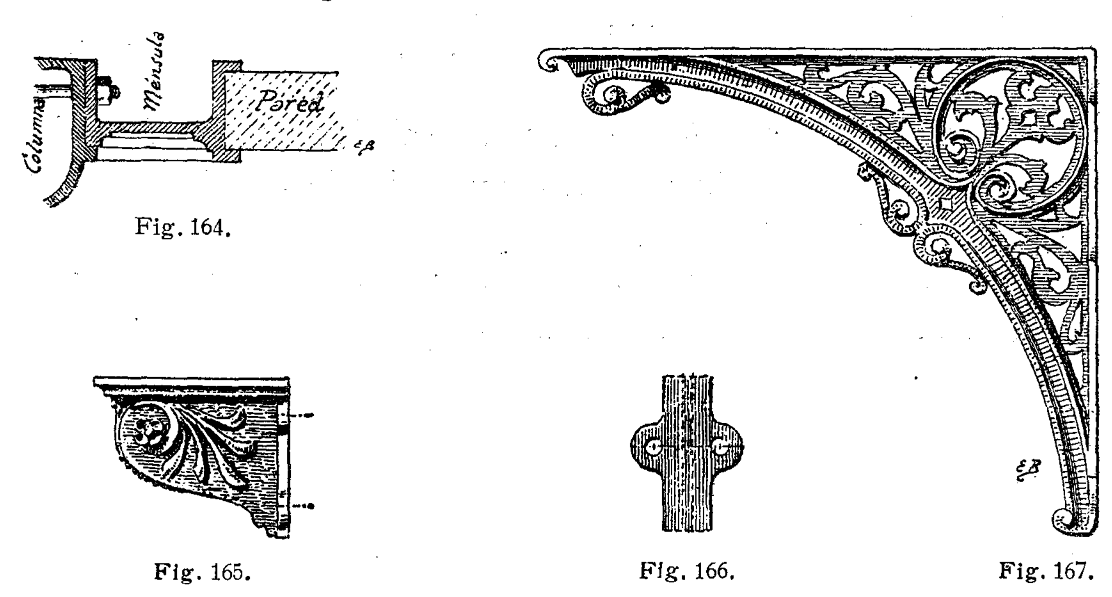


Fig. 164.

Fig. 165. Fig. 166. Fig. 167.

dad suficiente y en relación con las dimensiones de la pieza, sirven de paso a unos pernos o fuertes tornillos que atraviesan la columna.

Columnas especiales para talleres

Para las columnas empleadas en la construcción de talleres son siempre necesarios modelos especiales. En efecto, es preciso a menudo preocuparse de las instalaciones mecánicas, de los soportes, cojinetes, etc., para transmisiones y contramarchas.

Aquí la decoración es secundaria; sin embargo, ciertos industriales no desdeñan dar a sus instalaciones un aspecto agradable sin perjudicar, bien entendido, a la solidez necesaria.

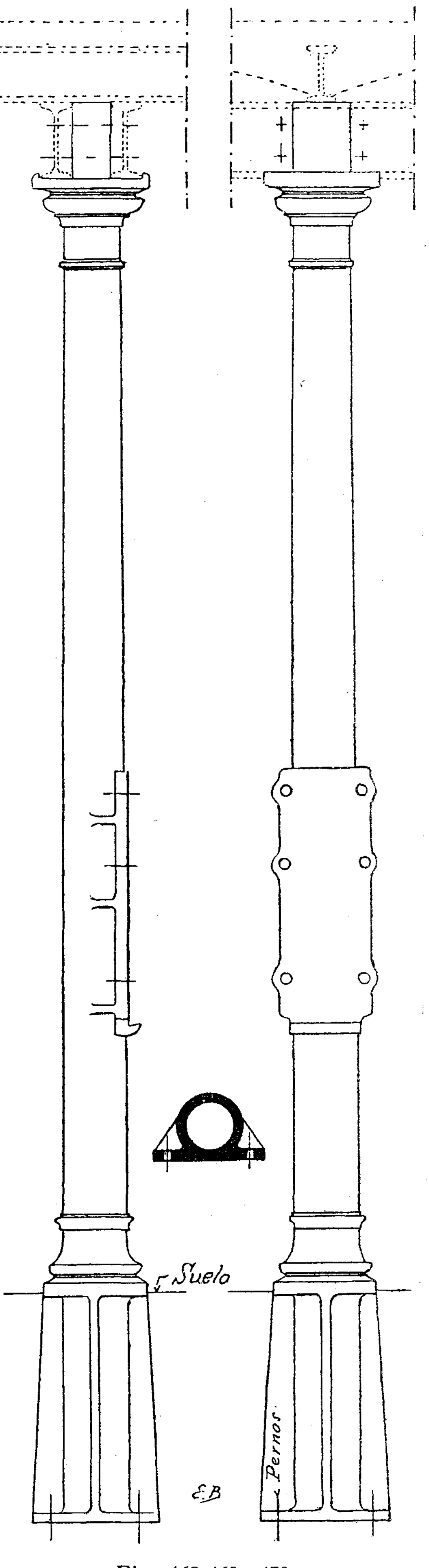
El ejemplo que damos (figuras 168, 169 y 170) está concebido en este orden de ideas, pero puede ser simplificado fácilmente.

Como se ve, esta columna lleva una superficie plana destinada a recibir un soporte de transmisión y una parte empotrada en el suelo con pernos de anclaje para contrarrestar en lo posible los efectos de la trepidación.

De los modelos

No queremos terminar este rápido examen de las columnas y consolas de fundición sin decir algunas palabras relativas a los modelos que sirven para el moldeo.

Las maderas empleadas en la confección de los modelos han de ser bien secas, sin venteaduras, blandas o duras, según que se quieran obtener piezas de grandes dimensiones o pequeñas, sencillas o detalladas; la encina, el nogal, etc., son a propósito para hacer mode-



Figs. 168, 169 y 170.

los, y las piezas delicadas son concluídas con gran cuidado y barnizadas.

Es sabido que las piezas más sencillas se hacen en un marco en dos partes; se coloca el modelo en la arena, que se amontona y apisona alrededor hasta mitad del espesor, se espolvorea en seco para aislar, después se coloca la segunda mitad de la caja de moldeo y se llena de arena.

Para las piezas complicadas es preciso hacer en el molde piezas móviles, llamadas piezas batidas, que se quitan antes de sacar el modelo y se vuelven a colocar en seguida.

La fundición, al enfriarse, se contrae aproximadamente 0,011 m. por metro; es lo que se llama la contracción; conviene, por lo tanto, construir los modelos valiéndose de un metro especial llamado metro de modelador.

En el caso siguiente hay que contar con una contracción doble, o sea 0,022 m. por metro:

Un modelo de madera de formas delicadas no puede ser empleado más que para algunos moldeos solamente; si se quiere fundir un gran número de piezas semejantes hay que mandar hacer un segundo modelo de bronce.

Es preciso, por lo tanto, calcular:

Una contracción del modelo de madera al modelo de bronce, y otra del modelo de bronce a la fundición fría después de hecha la contracción.

Columnas de hierro huecas

Las columnas de hierro huecas se emplean en las construcciones guarneciéndolas con basas, anillos y capiteles de fundición decorada que se encuentran en el comercio, o bien las basas y los capiteles son de fundición y de hierro forjado según el estilo de los ejemplos que damos en las figuras 171 y 172.

Las columnitas de hierro huecas pueden ser utilizadas para la bajada de las aguas de lluvia, para marquesinas u otras construcciones pequeñas, pero, en general, será preciso

tomar para ellas las precauciones contra las heladas que

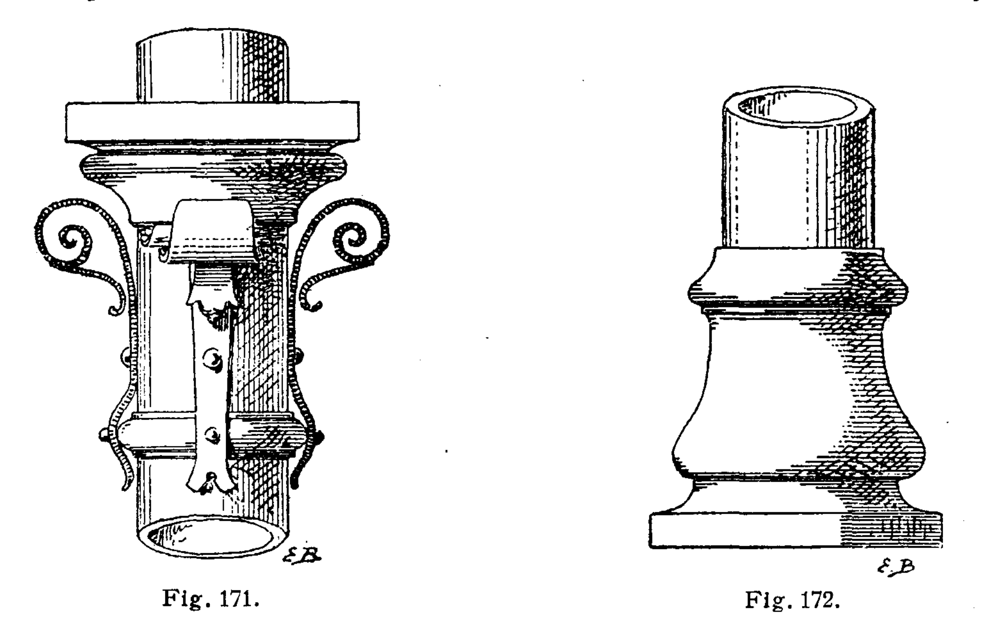


Fig. 171. Fig. 172.

hemos recomendado para las columnas de fundición, es decir, colocar en su interior un tubo de plomo de un diámetro menor.

Tabla que indica el peso de los hierros huecos por metro lineal

Diámetro exterior	Espesor	Peso aproximado por metro	Diámetro exterior	Espesor	Peso aproximado por metro
mm.	mm.	Kg.	mm.	mm.	Kg.
25	2	1,150	120	4 1/4	11,720
27	2	1,200	125	4 1/4	12,220
30	2	1,500	130	4 1/4	12,730
32	2 1/4	1,600	135	4 1/4	13,230
35	2 1/4	1,700	140	4 1/2	14,540
40	2 1/2	1,800	145	4 1/2	15,070
45	2 1/2	2,540	150	4 1/2	15,610
50	2 3/4	3,150	155	4 1/2	16,150
55	2 3/4	3,440	160	4 1/2	16,690
60	3	4,000	165	4 1/2	17,220
65	3	4,460	170	4 1/2	17,790
70	3	4,810	175	4 1/2	18,300
75	3	5,180	180	4 1/2	18,830
80	3 1/4	5,950	185	5	19,720
85	3 1/4	6,330	190	5 1/2	20,650
90	3 1/4	6,720	195	5 3/4	21,660
95	3 1/4	7,110	200	6	22,720
100	3 3/4	8,630	205	6	23,570
105	3 3/4	9,080	210	6	24,420
110	3 3/4	9,530	215	6	25,270
115	3 3/4	9,970	220	6 1/2	28,670

Entramados de hierro

Hasta el siglo XIX se han construído al mismo tiempo que casas de mampostería, casas completamente de madera; la construcción del entramado de madera era general en las partes que daban al patio, cajas de escalera, etc., y se la emplea aún hoy día, si bien recubierta de un enlucido en lugar de quedar aparente como antes.

No es posible negar las cualidades de este modo de construcción, la facilidad del trabajo con la madera, las combinaciones a que se presta, bien sea como estructura, bien como decoración; pero tampoco puede negarse que la madera de buena calidad es cada día más rara, y, lo que es todavía más grave, constituye un peligro permanente de incendio.

Como en todas las demás partes de las armaduras, el hierro sustituye a la madera; si esta última facilitaba el establecimiento de tabiques de menores dimensiones que la mampostería, el hierro lo permite también y aun mejor.

Mucho se ha hablado de los defectos del hierro: su sonoridad, su conductibilidad, su dilatación, etc.; pero tal como se emplea hoy día en la construcción, completamente introducido en la mampostería, no creemos que la dilatación sea un grave inconveniente; conocemos entramados de hierro establecidos desde hace muchos años que se comportan muy bien.

En cuanto a la sonoridad, diremos que los entramados de hierro tan sólo se utilizan más que dando al patio, en cajas de escaleras, etc., y que, rodeados como están, no son más sonoros que los mismos suelos.

Construcción de los entramados de hierro

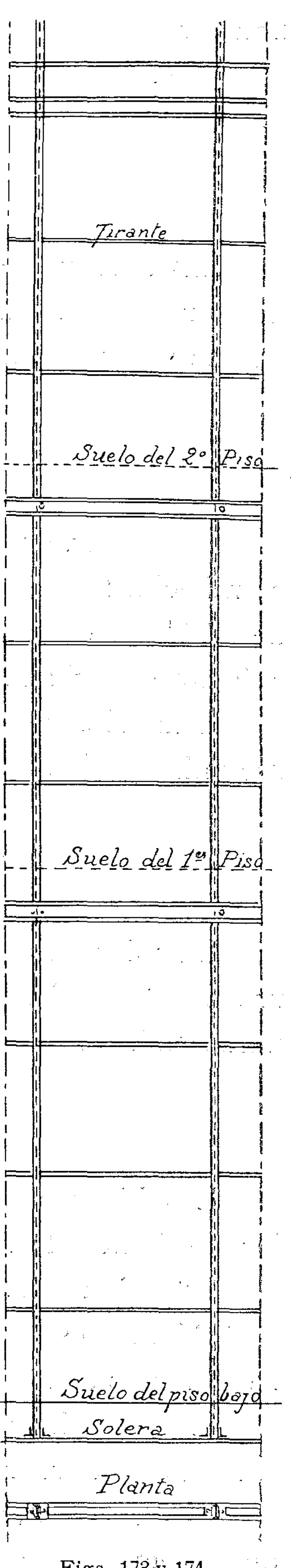
Un entramado de hierro se compone de montantes, o pies derechos, de carreras, de riostras y de otros detalles. Los montantes unidos a travesaños, que casi se tocan en los entra-

mados de madera, quedan reducidos en los entramados de hierro a los montantes principales distanciados de 1 a 3 m. enlazados entre sí por tirantes o riostras y empalmados sobre las carreras (figuras 173 y 174).

Los travesaños se emplean en los entramados de hierro cuando la mampostería de relleno no ofrece una gran consistencia y cuando el conjunto está sometido a esfuerzos particulares como el viento u otro, de los cuales no hay que preocuparse de ordinario estando perfectamente enlazados con el conjunto de la construcción estable.

Las carreras son las piezas horizontales que reciben los montantes de un piso y descansan sobre los del piso de debajo.

Los tirantes o riostras sirven para enlazar los montantes entre sí.



Figs. 173 y 174.

Montantes o pies derechos

Los montantes se hacen de hierros doble T solos o acoplados; pueden también emplearse hierros de cualquier forma con la condición de que tengan una sección suficiente y formen ranuras para recibir la mampostería.

Así se puede emplear el hierro doble T, dos hierros doble T arriostrados y enlazados por dos pernos, dos hierros en U enlazados de la misma manera, el hierro zoré si se trata de

una torrecilla (obra de ladrillo con paramento curvo), etc. (Se puede ver la sección de este hierro en nuestra figura 3.)

Carreras

Las carreras están siempre formadas en los entramados de hierro con dos hierros doble T colocados de canto, arriostrados y empernados.

Riostras o tirantes

Las riostras no se emplean siempre: una obra de ladrillo bien hecha las hace inútiles; se construyen de hierro redondo de 0,014 m. empernados y recalcados, o de hierros planos colocados horizontalmente entre las hiladas de ladrillos.

Estas riostras van acodadas en sus extremos en forma de escuadra y fijas a los montantes por medio de pernos.

Solera

La solera es una pieza horizontal, generalmente de hierro U o doble T, sobre la cual descansa el conjunto del entramado de hierro.

Fuerza de los hierros

Los hierros empleados en los entramados de casas son los siguientes. Para montantes y carreras:

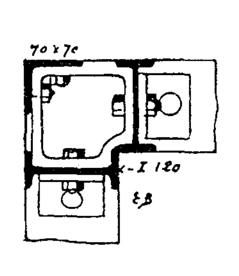
1.° Con hierro doble T de 0,120 m. para ladrillos de 0,11 m., o sea 0,14 m. con el enlucido; los hierros quedan recubiertos con 0,010 m. de material.

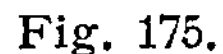
2.° Con hierro doble T de 0,140 a 0,180 m. según la carga, con carreras de 0,160 m. para ladrillos de 0,11 m., o sea 0,16 a 0,20 m. incluído el enlucido; los hierros quedan, pues, recubiertos con 0,010 m. de material.

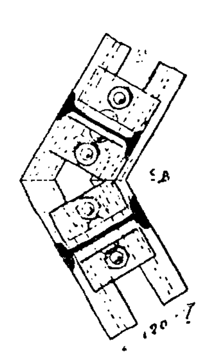
3.° Las riostras de hierro plano tienen una escuadría de 45 × 6 a 60 × 9 mm., según la fuerza de los montantes.

Cornijales

Se llaman así los montantes compuestos que forman las esquinas de una fachada de entramado de hierro; están formados por dos hierros doble T y por un angular, reunidos entre sí por una pieza de hierro plano colocada en el interior de aquéllos; nuestra figura 175 presenta un poste de esquina enlazado a la carrera por medio de escuadras.




Fig. 175.


Fig. 176.

Montantes de ángulo

La figura 176 da una disposición del montante de ángulo compuesto con dos hierros doble T y enlazado sobre la carrera.

Las dos carreras están unidas entre sí por eclisas acodadas y una brida inferior forjada; los montantes de encima y debajo llevan escuadras, y todo ello se fija con pernos.

Unión de un montante sobre la carrera

La carrera es continua; el montante es el que se interrumpe (figs. 177 y 178); la parte superior va unida a la parte inferior por una platabanda de hierro empernada a cada montante; esta platabanda llena exactamente la anchura entre los

dos hierros de la carrera que se mantienen oprimidos por un perno. Una variación en la unión consiste en armar los mon-

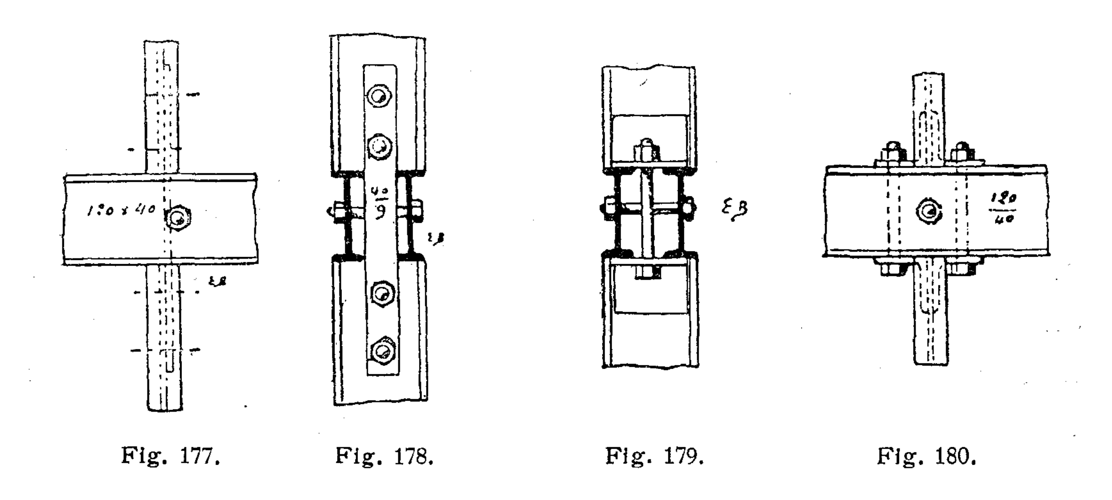


Fig. 177. Fig. 178. Fig. 179. Fig. 180.

tantes arriba y abajo con escuadras y en apretar con pernos que pasan por entre los hierros que componen la carrera (figuras 179 y 180).

Unión de una carrera a un cornijal

El cornijal, compuesto como indica la figura 175, recibe en sus dos caras, que corresponden a los tabiques, consolas de hierro plano doblado, según el perfil indicado en la figura 181, que reciben una placa de chapa, sobre la cual viene a descansar la carrera; dos fuertes escuadras, interior y exterior, vienen a contribuir a la unión sólida de la carrera con el cornijal.

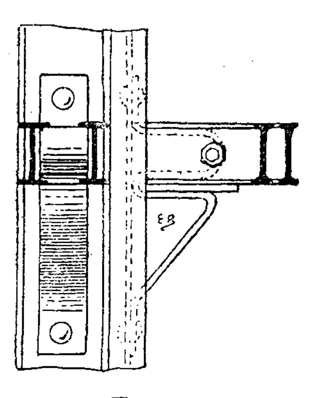


Fig. 181.

Se montan entramados de hierro así construídos con cinco y seis pisos de altura.

La carga de aplastamiento es soportada por el ladrillo (que se escoge muy resistente) y por los hierros.

El conjunto, que debe estar perfectamente enlazado a la construcción principal, constituye según su forma un excelente anclaje.

Montantes de hierro compuestos y armazones de hierro

Se ejecutan construcciones cuyo esqueleto, montantes, carreras, suelos y cubiertas son enteramente de metal; estas construcciones varían mucho en cuanto a sus dimensiones y también según el modo de ejecución.

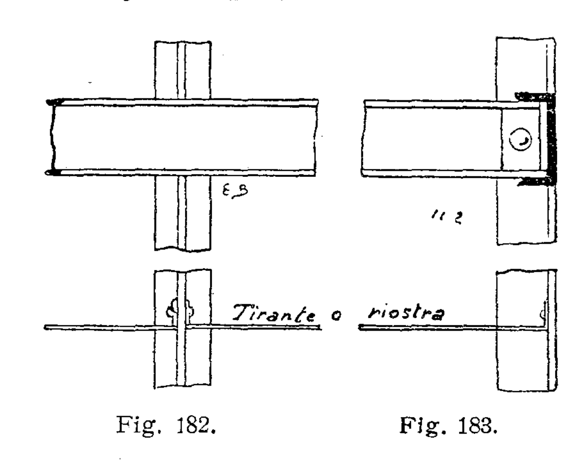


Fig. 182. Fig. 183.

Así, para pequeñas construcciones se emplea el procedimiento más sencillo, cuyos detalles pueden verse en las figuras 182, 183, 184 y 185.

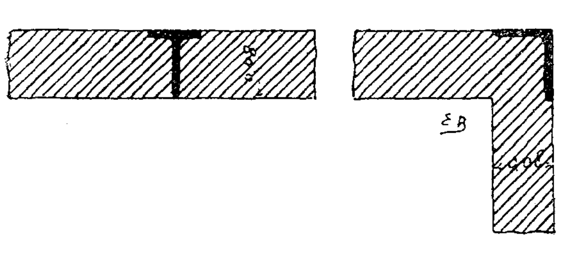


Fig. 184. Fig. 185.

Los cornijales son de angulares de $\frac{0{,}08 \times 0{,}08}{0{,}008}$, los montantes intermedios de hierro T $\frac{75 \times 80}{8}$, las carreras son de hierros U de 0,120 m. unidos a escuadra sobre los cornijales y montantes intermedios, y soportan un suelo compuesto de viguetas de 0,100 m. unidas al hierro U.

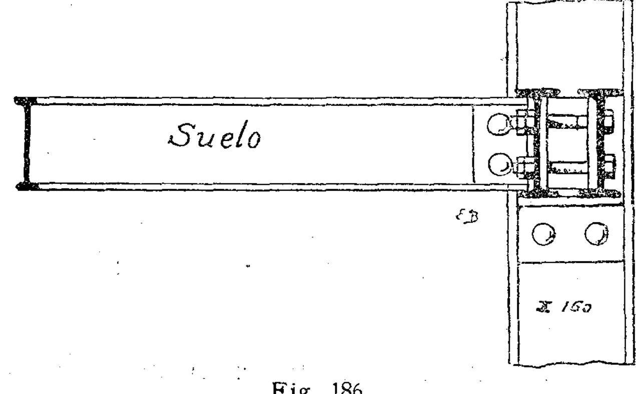


Fig. 186.

Unas riostras de hierro redondo o plano mantienen la separación entre los montantes y quedan ocultas entre las hiladas de ladrillos.

El ladrillo, así como todo el sistema metálico, descansa sobre una solera que a su vez se apoya en un murete de fundación.

Las paredes son de ladrillo de 0,06 m. con enlucido por las dos caras, o sea en total 0,08 m.

La construcción con hierro U es en todas sus partes la misma, pero más importante; en ella el ladrillo descansa

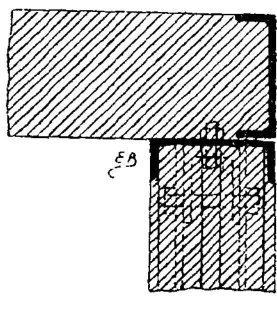


Fig. 187.

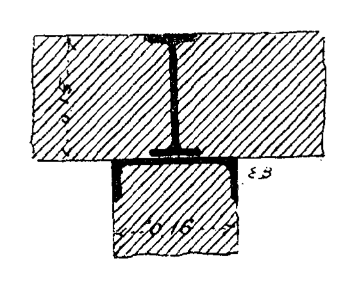


Fig. 188.

de plano, los tabiques tienen un espesor de 0,12 a 0,16 m. (figuras 186, 187 y 188.) En realidad, es un entramado de hierro como el que hemos descrito anteriormente.

Finalmente, cuando se trata de una construcción algo más importante se emplean los montantes tubulares con hierros compuestos; las figuras 189, 190 y 191 dan las diferentes

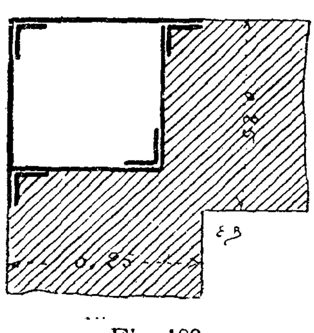


Fig. 189.

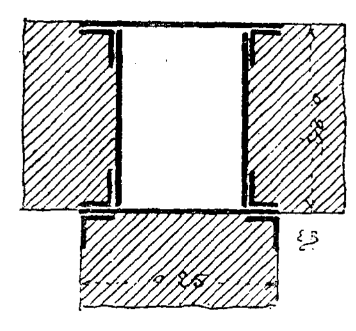


Fig. 190.

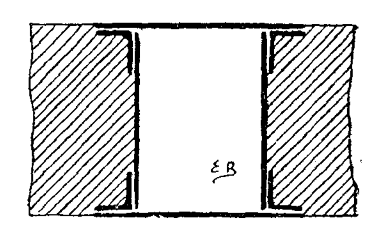


Fig. 191.

disposiciones, en corte, para un cornijal, un montante intermedio con tabique perpendicular y un montante intermedio sencillo.

No creemos que sea necesario rebasar mucho el espesor de 0,25 m., porque a partir de este punto la mampostería es ya bastante resistente para poder prescindir del metal.

CAPÍTULO V

Armaduras de cubiertas, mercados cubiertos

DATOS GENERALES Y ARMADURAS PEQUEÑAS.—Inclinaciones de las cubiertas. Tabla de distancias de eje a eje en el enlistonado y correas y pesos de las diversas cubiertas por metro cuadrado. Composición de una armadura. Armadura de cubierta sin cerchas, la misma con linternón, sobre vigas transversales. Armaduras económicas. Entre muros sólidos. De pares cruzados. Con tirante quebrado. De chapa ondulada.

CERCHA POLONCEAU. — Pares. Manguetas. Estribos. Placas de unión. Tirantes. Correas. Ejiones. Cabios. Enlistonado. Ensambles de cumbrera, de apoyo, de las placas, de las correas. Armaduras mixtas. Cálculo de las piezas principales de una cercha Polonceau.

CERCHAS EN CELOSÍA. — Detalles y cálculos.

CUCHILLOS SHED. — Detalles y cálculo gráfico de las cerchas en diente de sierra.

CERCHAS DIVERSAS. — Hangares. Cerchas poligonales. Decoradas, curvas, con tirante superior.

CERCHAS DE DION. — Detalles y cálculo gráfico.

CUBIERTAS MANSARD. — Detalles y cálculos.

CUBIERTAS MÓVILES Y TECHOS DE VIDRIO.

MERCADOS CUBIERTOS. — Mercados en general. Mercados movibles, detalles. Mercados permanentes abiertos. Mercados permanentes cerrados.

De la armadura en general

La armadura comprende todas las aplicaciones de la madera en grandes piezas empleada en la construcción.

«El arte del carpintero, dice Viollet-le-Duc, debió ser uno de los primeros que los hombres aplicaron a sus necesidades; derribar los árboles, quitarles las ramas y reunirlos por su parte alta en forma de cono llenando los intersticios que quedaban entre los troncos con trozos pequeños de madera, hojas y barro, constituyó ciertamente la habitación primitiva del hombre, que todavía se encuentra hoy en los pueblos salvajes.»

Por lo tanto, desde el principio, la armadura tenía varias aplicaciones: servía para constituir las paredes y para formar la cubierta.

No intentaremos insistir aquí sobre un asunto que Viollet-le-Duc ha tratado en su historia de la habitación humana; el empeño sería excesivo para nuestras fuerzas y, además, no conduciría ciertamente a nada nuevo.

Diremos, pues, solamente que hoy día la armadura se divide en especialidades determinadas por los diversos fines:

La armadura civil, que comprende todas las obras que se refieren a los edificios en general;

La armadura naval, aplicada a la construcción de barcos;

La armadura hidráulica, que se ocupa de los trabajos que se han de ejecutar en el agua, puentes, diques, presas, etc.;

La armadura mecánica, que tiene por objeto la construcción de artefactos, máquinas elevadoras, etc.

Cada especialidad del arte de la armadura tiene procedimientos particulares nacidos de la necesidad de resolver los problemas presentados desde su iniciación por las diferentes aplicaciones, y sobre todo, las tradiciones del trabajo que se han perpetuado desde su origen hasta nuestros días, conservando algo del genio particular de cada raza que ha destacado desde el principio en el arte aplicado a una necesidad especial, la carpintería naval, por ejemplo.

Ya hemos dicho que en todas las ramas de la construcción el hierro tiende a reemplazar a la madera; las diversas armaduras, civil, naval, hidráulica y mecánica, se hacen de hierro, y no existe una sola aplicación en que este metal no sea superior a la madera.

En este libro tan sólo tratamos de la armadura civil, tocando, sin embargo, algunos puntos de la armadura hidráulica, como, por ejemplo, los puentes.

La armadura civil la hemos subdividido en diversas especialidades que hemos separado por capítulos: los suelos, soportes, entramados de hierro, armaduras de cerchas y

escaleras; división del trabajo que nos ha permitido mayor facilidad de investigación para los documentos y una mayor claridad en la clasificación.

Armaduras de cubiertas

No entra en el cuadro de nuestra obra ocuparnos en detalle de todas las armaduras metálicas, pues existen tratados especiales sobre esta materia; nos limitaremos a dar algunos ejemplos y a describir las distintas formas de cerchas, reservando el mayor espacio a las armaduras decorativas que están más estrechamente ligadas a nuestro programa.

Datos generales

Inclinación de las cubiertas

La inclinación puede estar determinada por las exigencias de la elevación interior, por el clima del país en el cual

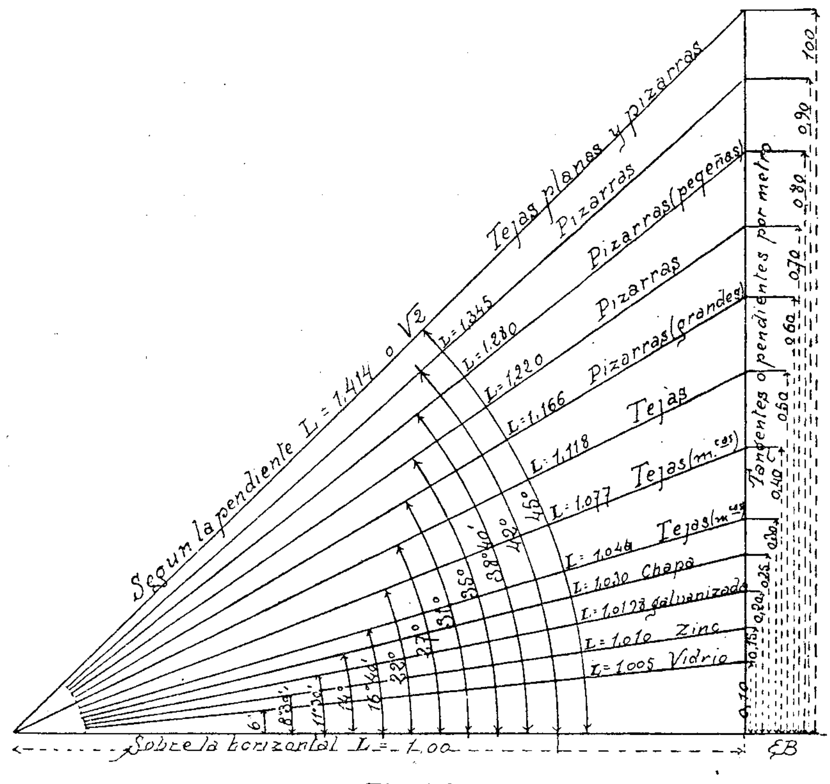


Fig. 192.

se efectúa la construcción, por las formas arquitectónicas o

sencillamente por la naturaleza de los materiales de cubierta de que puede disponerse con más facilidad.

En la figura 192 damos las diferentes inclinaciones en grados y pendientes por metro que convienen a los distintos materiales de cubierta.

Estas inclinaciones son mínimas; las cubiertas más inclinadas son las mejores desde el punto de vista de la impermeabilidad, lo mismo que por lo que se refiere al empuje de las cerchas, que son menores cuando los pares tienden a aproximarse a la vertical; por el contrario, en este caso ofrecen mayor superficie a la acción del viento y dan a la cubierta mayor desarrollo.

Tabla de las distancias de eje a eje que hay que dar a las correas o al enlistonado, según los elementos que constituyen la cubierta, con expresión del peso por m²

Designación	Separación de eje a eje entre listones o correas	Peso por m² de cubierta
		Kg.
Tejas metálicas (Menant)	0,323 m.	6,000
Escamas de chapa galvanizada (Montataire). . . .	0,37 m.	4,500
Tejas con enganche y recubrimiento (Boulanger, Gilardoni, etc.)	0.34 a 0,36 m.	42 (medio)
Tejas de escamas, planas (Montchanin)	0,11 m.	55 a 60
» del país (parte no recubierta 11 cm.).	0,11 m.	85 (medio)
Pizarras grandes	0,195 a 0,265 m.	32 »
» pequeñas	0 11 m.	38 »
Fibrocemento	variable	9 a 11, según el recubrimiento
Chapa ondulada (Carpentier), ondulaciones 109 × 30 .	1,55 y 1,90 m.	de 5,300 a 12, según el grueso que varía de 4/10 a 1 mm.
» » » » 135 × 28 .		
» » (Montataire) » 76 × 11 .	0,80 m.	5,500
Zinc	entablado	8,000
Vidrio sencillo, incluída masilla, etc.	—	5,500
» semidoble » » »	—	7,750
» doble » » »	—	9,500
» estriado » » »	—	15,000

COMPOSICIÓN DE UNA ARMADURA DE CUBIERTA, ORDINARIA

Una armadura se compone de:

1.° La cercha o cuchillo, que comprende dos pares, un tirante, un pendolón, manguetas o tornapuntas, piezas de unión, etc.;

2.° Las correas que unen las cerchas entre sí;

3.° Los cabios que se apoyan sobre las correas y son paralelos a las cerchas;

4.° El enlatado o enlistonado destinado a recibir las tejas, etc.

Principales tipos de armaduras y de cerchas

ARMADURA DE CUBIERTA SIN CERCHAS (PARHILERA)

Este medio, que es de una gran sencillez (fig. 193), se emplea para cubrir espacios reducidos entre muros.

Se compone de una hilera colocada longitudinalmente, a la cual se da la fuerza necesaria para recibir los pares que vienen a apoyarse por su parte superior en dicha hilera, y por abajo sobre un canalón o simplemente sobre un muro si la salida de las aguas puede efectuarse al exterior; estos pares son más o menos fuertes, según su longitud, y están construídos con hierros en T, en doble T o con viguetas de celosía.

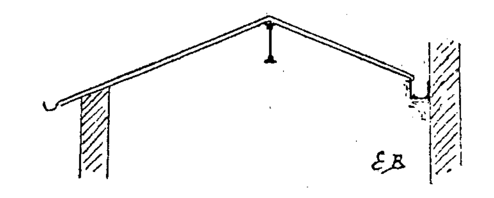


Fig. 193.

La hilera, construída del mismo modo, pero más fuerte, puede ser, si se dispone de puntos de amarre sólidos, sujeta con vientos en dos puntos de su longitud, lo que equivale a dividir la luz en tres partes.

Puede ser también reforzada cerca de sus extremos por medio de consolas o jabalcones.

La distancia entre los pares varía según el sistema de cubierta; se pueden colocar directamente tablas de madera de 0,027 m. sobre los pares, cuando la separación entre estos últimos es de 1,00 a 1,70 m.; en este caso la cubierta estaría formada por zinc o por tejas sobre entablado.

Los pares colocados a una distancia aproximada de 1,33 m. pueden recibir encima un enlatado de angulares de 30 × 30 y cubrir con tejas.

Armadura de cubierta sin cerchas con linternón

Este modo de construcción se emplea cuando el espacio que se ha de cubrir queda encerrado entre muros, de modo que no puede recibir lateralmente ni la luz ni la ventilación.

Dos correas distanciadas entre sí la anchura del linternón, son colocadas, según el caso, en sentido longitudinal o transversal, y se arriostran entre sí con traviesas para resistir los empujes de los pares; van empotradas en los muros por sus extremidades, y en su parte superior llevan de metro en metro unos pies derechos que sostienen dos carreras; mediante apoyos que descansan en el centro de las traviesas se coloca la hilera; los hierros para los vidrios vienen a colocarse sobre dicha hilera y descansan sobre las carreras con un saliente suficiente para impedir que entre el agua impulsada por el viento a 45° aproximadamente; este saliente queda, pues, determinado por la altura de los pies derechos.

Por lo demás, la construcción es la misma que en el caso anterior. Sin embargo, haremos observar que se pueden evitar los pies derechos valiéndose de otras dos correas para dar el aumento de altura necesario al linternón.

Esta parte, que generalmente queda abierta, puede ser, sin embargo, si hay necesidad de conservar en momentos dados una temperatura fija, cerrada por marcos llenos o con vidrios que abran como un fuelle, con bisagras, o que se enrollen con maniobras individuales o colectivas.

Como en el caso precedente, puede obtenerse una gran ligereza jabalconando cada extremo de las correas y hasta los pies de los pares si éstos se encuentran a una distancia recíproca de 1 m. por lo menos.

ARMADURA DE CUBIERTA SOBRE VIGAS TRANSVERSALES SIN CERCHAS

Supongamos el caso de un espacio muy alargado con relación a su anchura, y que los muros no deban cargarse más que con un peso vertical; no será posible en este caso colocar la hilera longitudinalmente; su longitud sería muy considerable. Es necesario, entonces, colocar a distancias convenientes, 3,00 a 4,00 m., aproximadamente, hierros doble T o viguetas compuestas, sobre las cuales se apoyan unos pies derechos, velas o candeleros. El pie derecho del centro sostiene la hilera, los otros candeleros sostienen las correas separadas a una distancia desde 0,80 hasta 1,90 m., según la importancia del conjunto.

Hemos visto que los dos primeros casos suprimían las correas (para pequeñas luces puede aplicarse esta clase de cubierta); en este caso se suprimen los pares, pero es preciso emplear para la cubierta elementos de grandes dimensiones: cristalería, chapa ondulada, uralita canaleta, o bien el entablado delgado recubierto de zinc o de tejas.

La luz procedente de arriba se obtiene por marcos con vidrios o por un linternón.

Este tipo puede ser aplicado con utilidad en un taller; en este caso las viguetas transversales, distanciadas aproximadamente a unos 3 m., sirven para recibir las transmisiones o las contramarchas, y pueden estar sostenidas por columnas.

ARMADURAS ECONÓMICAS

Las armaduras económicas sistema Pombla son bien conocidas; pueden aplicarse en las mismas circunstancias que el caso precedente.

Las pequeñas cerchas formadas por un madero curvado y subtendido unido al tirante por pequeños pendolones, pue-

den también construirse enteramente de metal; el principio es bueno.

Un hierro en T curvado, un tirante de hierro plano y unos pequeños hierros planos enlazando el hierro en T y el tirante constituyen una pequeña cercha excelente; es, en suma, lo que anteriormente hemos apuntado al hablar de las vigas armadas.

Armaduras entre muros sólidos

Entre dos muros suficientemente resistentes que desempeñen el papel de estribos, se obtiene fácilmente una armadura de cubierta por dos hierros inclinados que puedan resistir a la compresión, es decir, con una sección con nervios propia a no flexar ni en sentido horizontal ni vertical; por ejemplo, el hierro doble T de alas anchas.

Los dos hierros van unidos en la parte del caballete por dos chapas cubrejuntas que los ensamblan.

En este caso conviene colocar las correas y la hilera por encima enlazándolas por medio de ejiones de hierro como los que describimos más adelante para la unión de la correa de madera al par metálico.

Estas correas, colocadas por la parte alta, permiten establecer el canalón por encima de los hierros; si, no obstante, se quieren colocar las correas a la altura de los pares, podrá

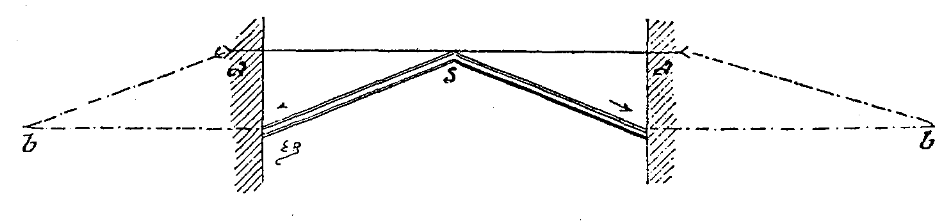


Fig. 194.

hacerse con la condición de colocar el canalón en el interior y por debajo apoyado sobre abrazaderas suspendidas de los hierros.

Si no se quiere colocar un tirante interior, se puede neutralizar el empuje aguantando la hilera con vientos, o bien

por un tirante, como indica la figura 194, que viene a anclarse al exterior; las partes de muro *a*, con los vientos o tirantes y los pares permiten formar dos triángulos indeformables.

Armaduras compuestas de pares cruzados que forman el linternón

Estas pequeñas cubiertas, que no pasan generalmente de una luz de 8 m. entre muros, están constituídas con fuertes angulares colocados ala con ala y cruzándose para formar

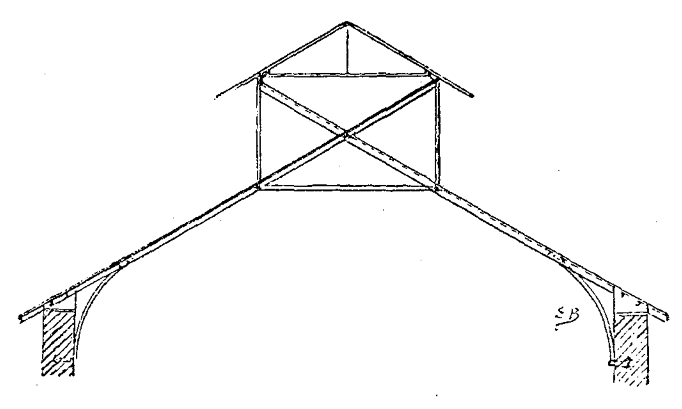


Fig. 195.

el linternón (fig. 195); no tienen hilera, pero sí dos correas del mismo hierro que reciben los pies derechos del linternón.

Se refuerzan los angulares por medio de consolas y el linternón está hecho con hierros perfilados para claraboyas; como no se pueden colocar jabalcones para el arriostramiento longitudinal, se comprende que esta construcción necesita apoyarse por sus extremos en muros de piñón.

Armaduras de cubierta con tirante quebrado

Esta pequeña armadura (cercha suiza) ligera, permite, por la disposición de los tirantes, conseguir una gran altura (figura 196).

Tiene 7 m. de luz, los pares son de hierro en T de 0,075 × × 0,080 m., distanciados a 2,50 m.; las correas, de hierro

en T 0,045 × 0,050 m., se encuentran en número de dos sobre cada vertiente, y además la hilera o correa de caballete.

Los cabios están formados por hierros en T de 0,030 × × 0,035, distanciados a 0,41 m., aproximadamente, con arreglo a las medidas de los vidrios del comercio.

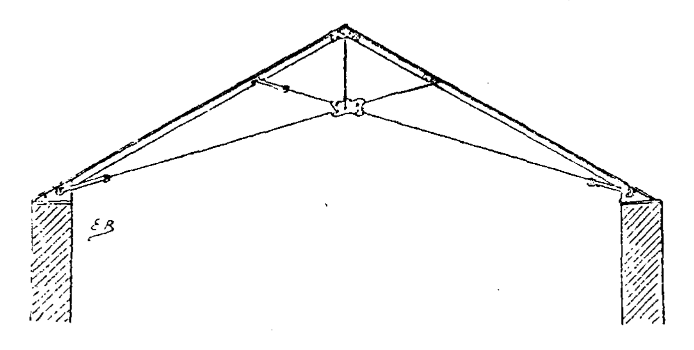


Fig. 196.

Los detalles de construcción son para zapatas, placas, estribos, etc., de pequeñas dimensiones, pero semejantes a los ya descritos.

Armaduras de cubierta constituídas por la cubierta misma

Se emplean todavía mucho, sobre todo en Inglaterra, las cubiertas de chapa ondulada. Las describimos aquí porque pueden establecerse sin tirantes entre muros sólidos; pero pueden también encontrar aplicación en construcciones aisladas con carreras, tirantes, pendolones y postes empotrados en la base.

Las chapas son curvadas y unidas por una doble fila de remaches; debe tenerse cuidado de colocar en la cumbrera una chapa de caballete sobre las dos vertientes para evitar el agua en la cumbrera que queda casi estacionaria cuando el radio del arco es muy grande.

Los ingleses emplean también chapas onduladas como paredes verticales; en Francia las emplean también para construcciones desmontables y transportables, pero no corresponde aquí apreciar la aplicación de estas chapas a las paredes.

Cercha Polonceau

La cercha que vamos a describir ahora es, a nuestro juicio, la más racional en el sentido que hace trabajar el metal más que ninguna otra en las mejores condiciones.

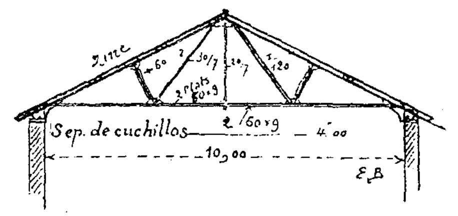


Fig. 197.

Sus defectos estriban en una pequeña dificultad para asegurar el arriostramiento transversal cuando las cerchas no van apoyadas sobre muros y para el ensamble sobre los pares de las correas colocadas verticalmente. Estas cerchas han sido muy empleadas y lo son aún hoy día con mucha frecuencia.

La cercha Polonceau se construye de hierro, o de madera y hierro; en este último caso los pares y las manguetas son de madera y los tirantes de hierro.

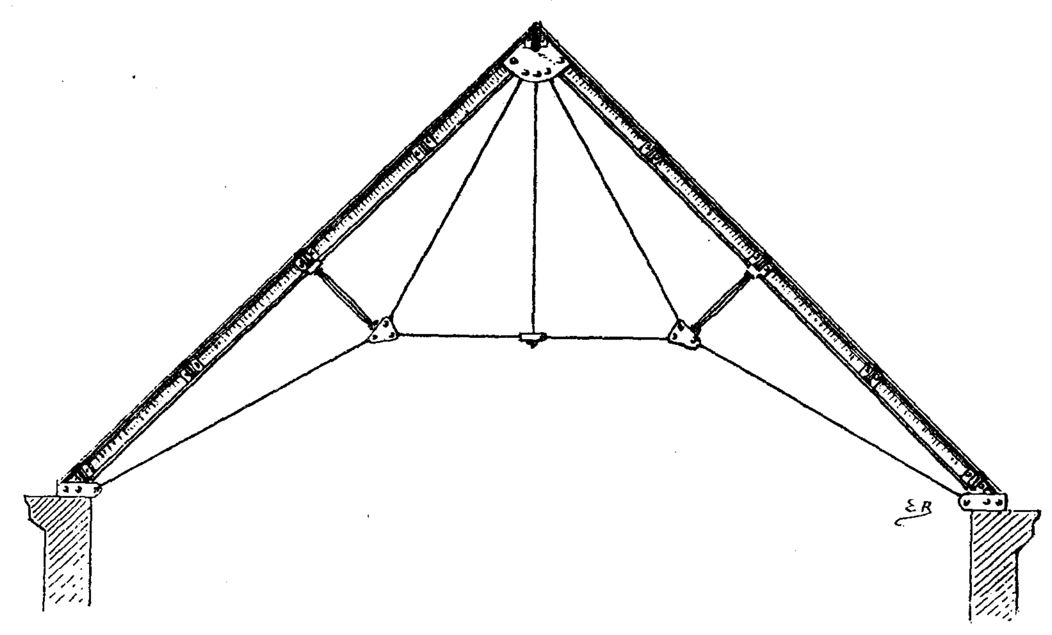


Fig. 198.

Aquí no nos ocuparemos más que de las cerchas totalmente de hierro, pero, sin embargo, daremos más adelante algunos detalles que permitan construir armaduras de hierro

y de madera, habiendo escogido nuestros ejemplos con el fin de poner de manifiesto el contacto entre los dos materiales.

La cercha Polonceau, verdadera viga armada (fig. 197), está formada por dos pares (cuyas diversas composiciones indicaremos); su armadura está formada por tirantes de

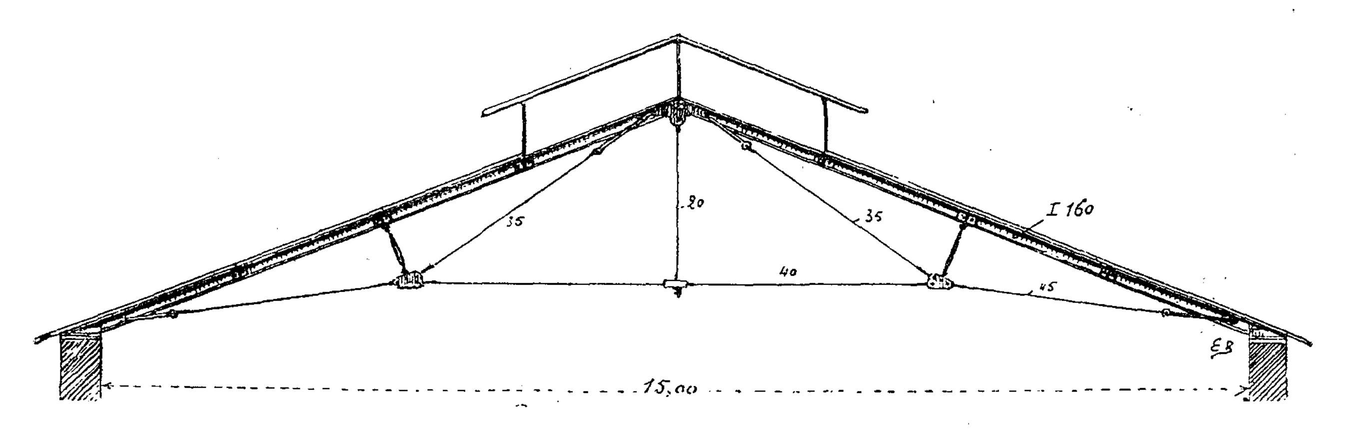


Fig. 199.

hierro sobre los cuales se apoyan manguetas de hierro o de fundición.

La inclinación es muy variable. Por lo demás, depende del sistema de cubierta; no es raro llegar a 45° cuando se emplea la pizarra (figura 198).

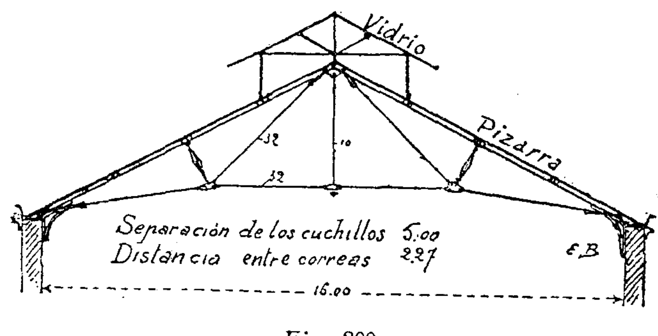


Fig. 200.

Cuanto menor es la inclinación de los pares, más importante es el trabajo de tensión impuesto a los tirantes. Esto se puede observar examinando las secciones de los hierros que componen las dos cerchas que aquí representamos (figuras 199 y 200).

La combinación de esta cercha se presta también, como ya hemos dicho, al empleo de la madera juntamente con el hierro, es decir, que puede llegarse a combinar una cercha mixta, en la cual todas las piezas que trabajen a la extensión

sean de hierro, y las que trabajen a la compresión o a la flexión, de madera (fig. 201).

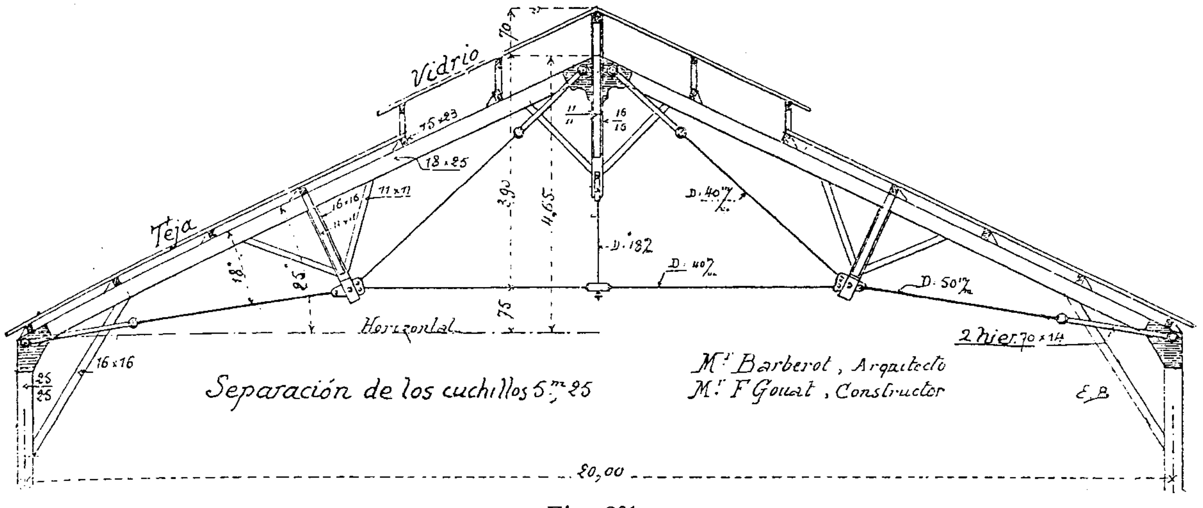
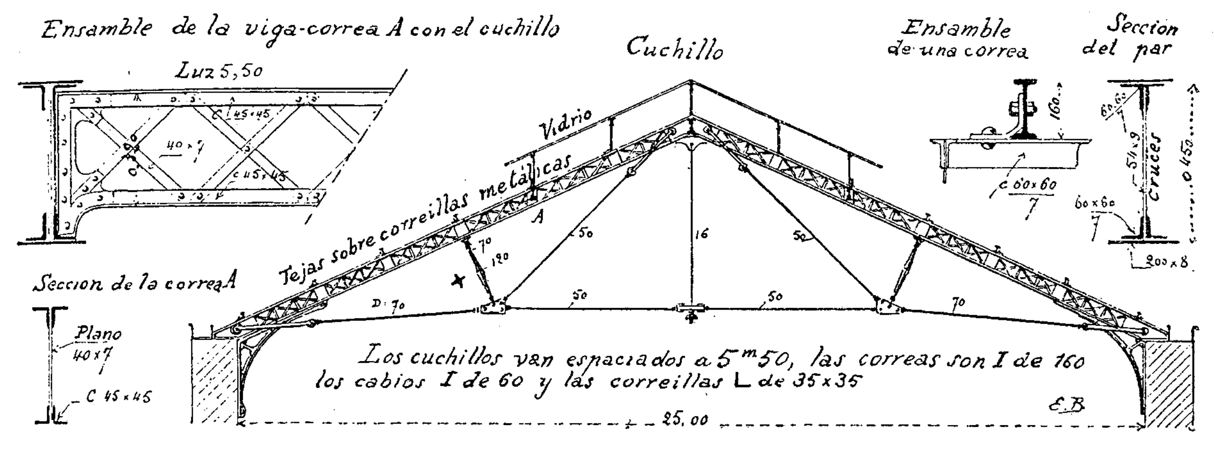


Fig. 201.

En luces considerables, a partir de 20 m., aproximadamente, puesto que los pares tienen más de 12,50 m., hay nece-



Figs. 202 a 206.

sidad de darles mayor resistencia, y para ello se emplean dos medios distintos.

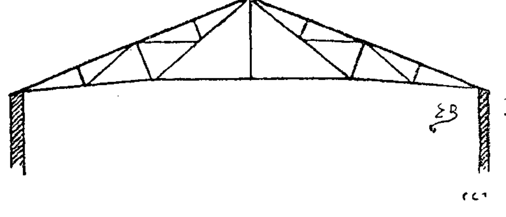
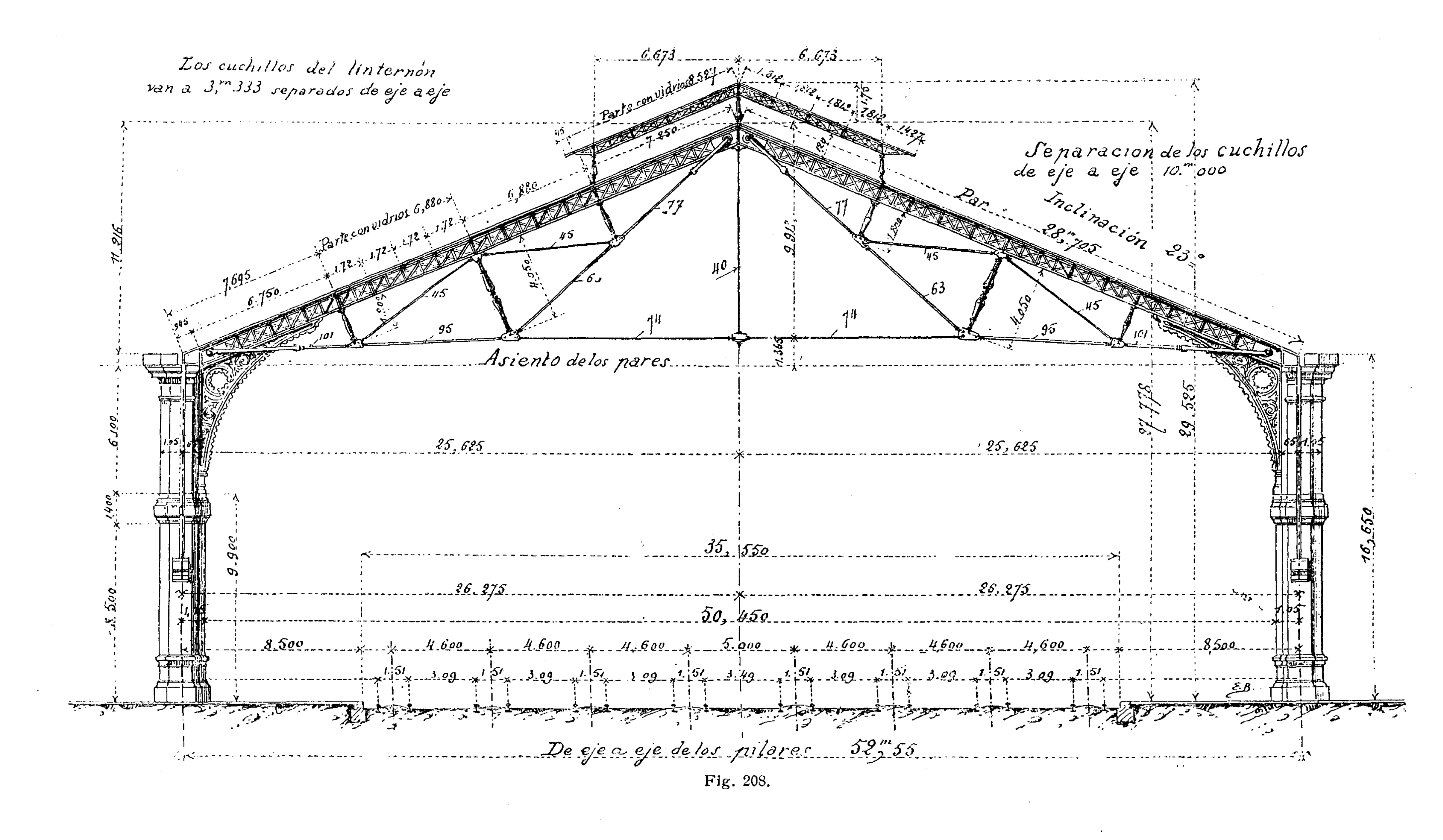


Fig. 207.

El primero consiste en dar una gran sección al par, bien sea componiéndolo como una viga llena con alma de palastro y cuatro angulares, bien sea formando una verdadera viga de celosía. He aquí un ejemplo (figs. 202 a 206) en el cual damos las secciones y detalles de las correas y del par.


Los cuchillos del linternón
van a 3,m333 separados de eje a eje
Separacion de los cuchillos
de eje a eje 10.m000
Par
Inclinación 23°
28,m705
Parte con vidrios 8.52
Parte con vidrios 6,880
Asiento de los pares
25,625
35,550
26,275
50,450
8.500
4.600
5.000
1.51
3.09
3.49
9.900
16,650
6.100
1.400
8.500
11.216
29.525
27.778
6.673
De eje a eje de los pilares 52,m55
Fig. 208.

El segundo medio implica el empleo de seis manguetas, en lugar de dos que hemos empleado en el caso precedente, lo cual permite, como indica la figura esquemática 207, dividir la longitud del par en cuatro partes, dejándolo, en realidad, apoyado sobre cinco puntos.

Un magnífico ejemplo de aplicación en grandes dimensiones es el de la estación de Austerlitz, en París, que tiene 51,250 m. entre puntos de apoyo (fig. 208). Esta armadura, además de su carácter atrevido, es muy decorativa; se observa en ella el empleo de consolas de fundición para evitar el corrimiento.

Detalles de la cercha Polonceau

Pares

Siendo a propósito esta cercha tanto para las mayores como para las menores dimensiones, los pares se hacen de un hierro T para pequeñas luces, de un hierro doble T para luces mayores y, finalmente, con verdaderas vigas compuestas, como se ha visto en las figuras 202 y 208.

Manguetas o bielas

Se llama así a las piezas que, resistiendo a la compresión, tienden a elevar el par dándole un apoyo bien en su punto medio o bien en tres puntos para grandes cerchas.

Las manguetas son generalmente de fundición, tienen sección cruciforme y están ensanchadas hacia el centro; en sus dos extremidades están terminadas por dos partes con molduras formando anillos, más allá de las cuales la mangueta lleva una parte en forma de disco taladrado que se introduce entre las placas de unión y se fija por un perno; el apoyo se verifica sobre las placas por el saliente del anillo o astrágalo.

Las manguetas se hacen algunas veces con cuatro angulares remachados entre sí en forma de cruz y provistos en sus extremos de cabezas de fundición como las de la mangueta de este material.

Creemos que puede emplearse, sobre todo para cerchas pequeñas, el hierro en cruz de 0,08 m. con sección uniformemente perfilada en toda su longitud y no conservando más que una sola ala en la parte que penetra entre las placas.

Igualmente puede utilizarse el hierro hueco para las manguetas, o bien el hierro cuadrado con chaflanes, extremidades forjadas y anillo recalcado y forjado.

ESTRIBOS

El estribo es una banda de hierro simplemente encorvada de manera que forme una U muy alargada, provista de un ojo en la parte semicircular y con un agujero en cada una de sus dos extremidades.

También puede estar constituído por dos láminas de hierro taladradas como la anterior, pero soldadas en la otra extremidad a una masa provista de un ojo.

En los dos casos, el estribo puede servir para recibir los tirantes, bien sea en los apoyos de la cercha, bien en el vértice del caballete; se coloca abrazando el hierro del par y se introduce el tirante fileteado en el otro ojo, después se pasa el perno entre las dos láminas del estribo.

El estribo más sencillo está formado por dos piezas tal como se representa más adelante en nuestro detalle de cumbreras (fig. 209); está constituído por hierros planos, forjados en sus extremidades en forma de discos del mismo grueso, y obtenidos por recalcado, de manera que se conserve en el sitio taladrado una sección por lo menos igual a la que tiene el hierro en su centro.

Las dos piezas que componen el estribo van colocadas a cada lado del par; las alas del par doble T se compensan por

unos rellenos en forma de arandelas, y todo va fijo por medio de fuertes pernos; el estribo está así dispuesto para recibir el tirante.

PLACAS DE UNIÓN

Las placas de unión reciben la mangueta y los tirantes (véase la unión en las figuras 214 y 215).

TIRANTES

Los tirantes son de hierro redondo, simplemente fileteados si han de unirse a un estribo como el descrito en primer lugar, o forjados con cabeza poligonal y ojo aplastado y alargado para unirse a los estribos compuestos con dos hierros o a las placas.

CORREAS

Las correas son las piezas horizontales sostenidas por los pares y que unen las cerchas unas con otras.

Lo mismo que los pares, son distintas según la importancia de la construcción y el espacio entre las cerchas (que por término medio es de 4 a 6 m.), pudiendo ser de hierro en T, en doble T, formando viguetas de celosía, viguetas compuestas de alma llena, algunas veces con cordón inferior en arco, con altura en el apoyo igual a la altura del par, como en el ejemplo de la figura 202.

Según su posición toman nombres variados: la superior se llama correa de cumbrera o simplemente cumbrera o hilera, las intermedias simplemente correas, y las inferiores, que reciben los extremos de los cabios, se llaman correas de alero.

Se emplean también con la armadura de hierro correas de madera. Más adelante damos su composición al mismo tiempo que su ensamble.

Ejiones

El ejión, que en la armadura de madera es un taco clavado sobre el par, en la armadura de hierro está constituído por un ancho angular remachado sobre aquél.

La misión del ejión es fijar la correa e impedir su deslizamiento cuando, en lugar de estar colocada a la misma altura del par, va colocada encima de él.

Cabios

Los cabios son de madera de $^8/_8$ o de $^6/_8$ en las armaduras mixtas de hierro y madera, y de hierro en las metálicas.

Son de hierro T o doble T de pequeñas dimensiones y descansan por arriba sobre la cumbrera, sobre las correas en la parte intermedia, y finalmente, sobre la correa de alero en su parte inferior.

Enlistonado

En las armaduras mixtas el enlistonado se hace con listones de madera $^3/_3$; en las de hierro son hierros angulares, en T o en doble T de perfil pequeño, según la distancia entre los cabios. El enlistonado no se emplea más que para la pizarra y las tejas.

Unión de los dos pares en el vértice con la hilera los estribos y el pendolón

Pares de hierro doble T

Los dos pares destinados a constituir la cercha son cortados con el ángulo conveniente, presentados y unidos por dos fuertes placas que se aplican sobre el alma rellenando el

espacio entre las alas; estas placas son recalcadas a su medida y se deja en ellas el sitio suficiente para el enganche del pendolón *F* (fig. 209).

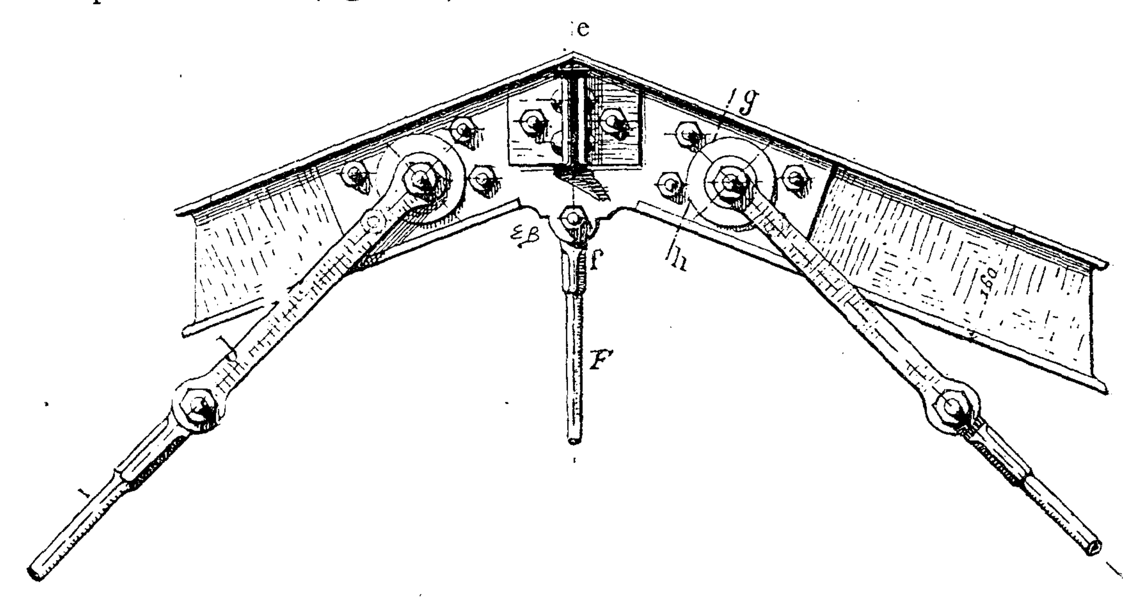


Fig. 209.

La hilera lleva dos fuertes escuadras y va unida en el vértice por medio de pernos que atraviesan las placas y el alma del par.

La placa cubrejunta está unida por ocho pernos, cuatro de cada lado; en el centro de los cuatro orificios se encuentran otros que deben servir de paso a los pernos de apriete

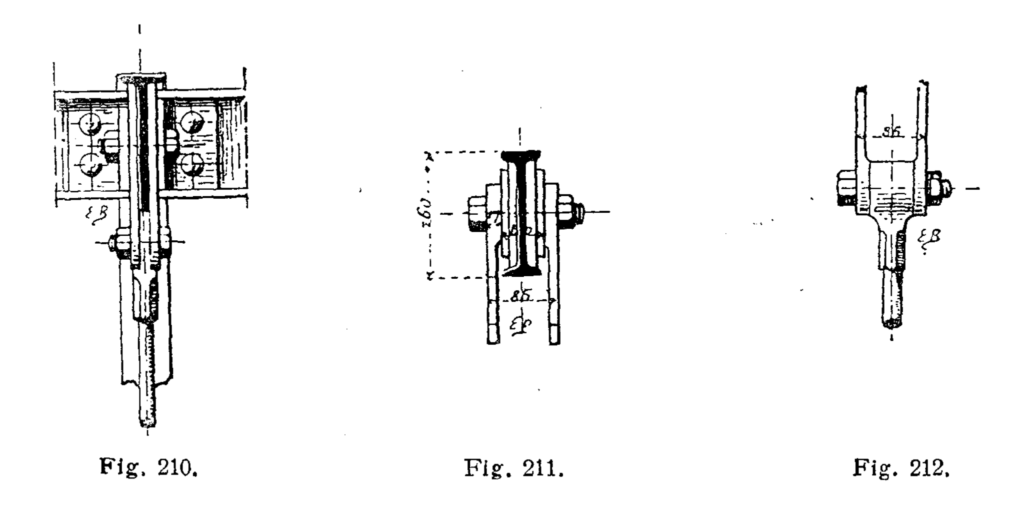


Fig. 210. Fig. 211. Fig. 212.

de los estribos. Se colocan éstos intercalando entre ellos y la placa de unión una arandela que llena el hueco que corresponde al ala del hierro doble T y aísla de ella el estribo; se

hace lo mismo por el lado opuesto, y después se colocan los pernos.

La figura 210 da un corte por el eje vertical de la cercha, según *ef*, y la figura 211 corta el par según *gh*, dejando ver las placas, arandelas y estribos.

La extremidad de los tirantes está dispuesta como indica la figura 212.

Ensambles en los apoyos de la cercha

Placas o zapatas de apoyo

El asiento de una cercha sobre un muro se hace de hierro o de fundición.

Cuando es de hierro, como indica nuestro croquis (figura 213), el asiento se compone de una meseta de chapa gruesa

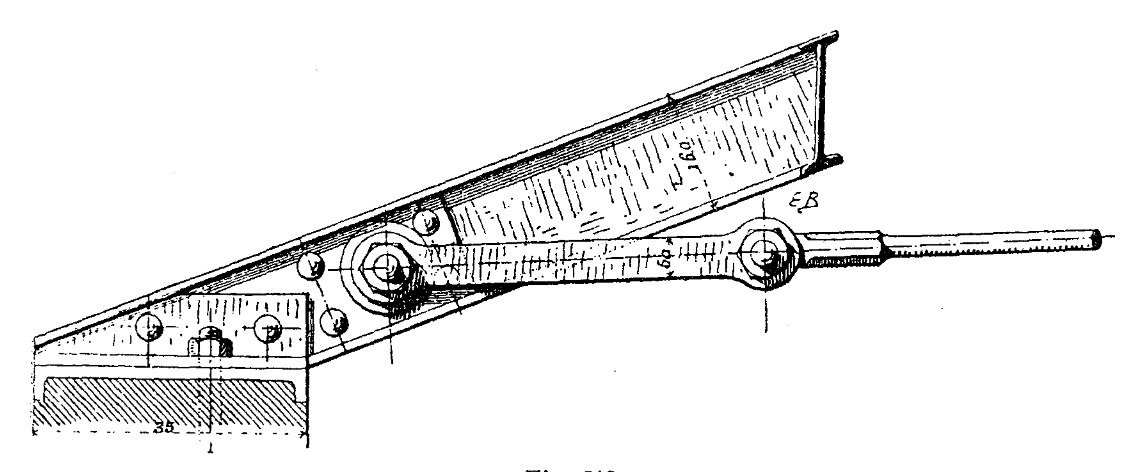


Fig. 213.

de 0,014 m. rebatida por cada lado para formar talones que se opongan al deslizamiento.

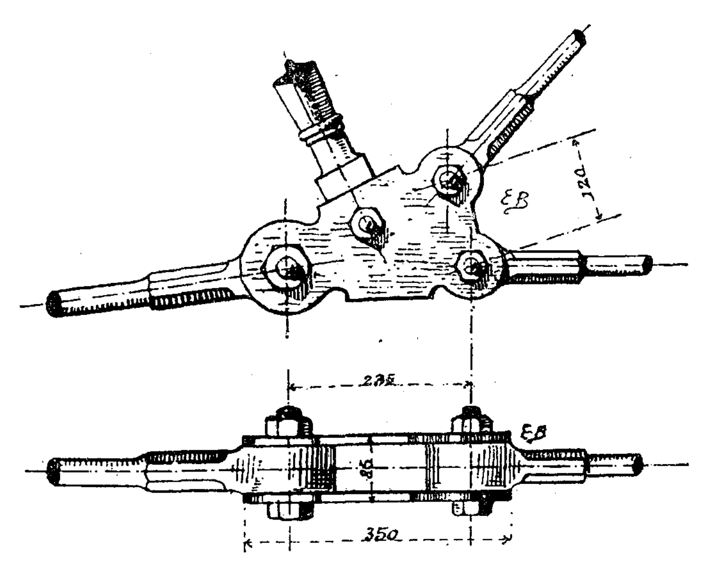
El par lleva dos placas semejantes a la de cumbrera y dos anchas escuadras remachadas en caliente; en la meseta se ha dejado el hueco para el paso de dos pernos de empotramiento que entran en la mampostería; puesto el par en su sitio, los pernos atraviesan las escuadras y se coloca por encima la tuerca.

El detalle del estribo es el mismo que para el vértice, pero de mayor robustez.

Se construyen también y hasta con más frecuencia apoyos de fundición. Fijos al muro de la misma manera, estos apoyos vienen ya de fundición con una canal, en la cual penetra el par; el perno del estribo pasa a través del apoyo y del par. Volveremos a insistir sobre los apoyos de fundición al ocuparnos de las disposiciones para las armaduras mixtas.

Uniones con las placas

Las placas de unión están sacadas de una robusta chapa de 0,012 a 0,016 m. de grueso, según los casos, recortadas



Figs. 214 y 215.

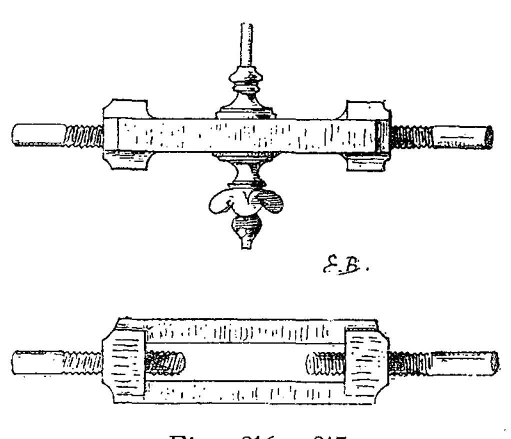
como indica el dibujo (figs. 214 y 215), provistas de cuatro agujeros para la fijación de la mangueta y de los tres tirantes.

Unión de las correas

En el caso que nos ocupa, las correas van unidas a la altura de los pares por dos escuadras como la correa de cumbrera (véase la figura 209).

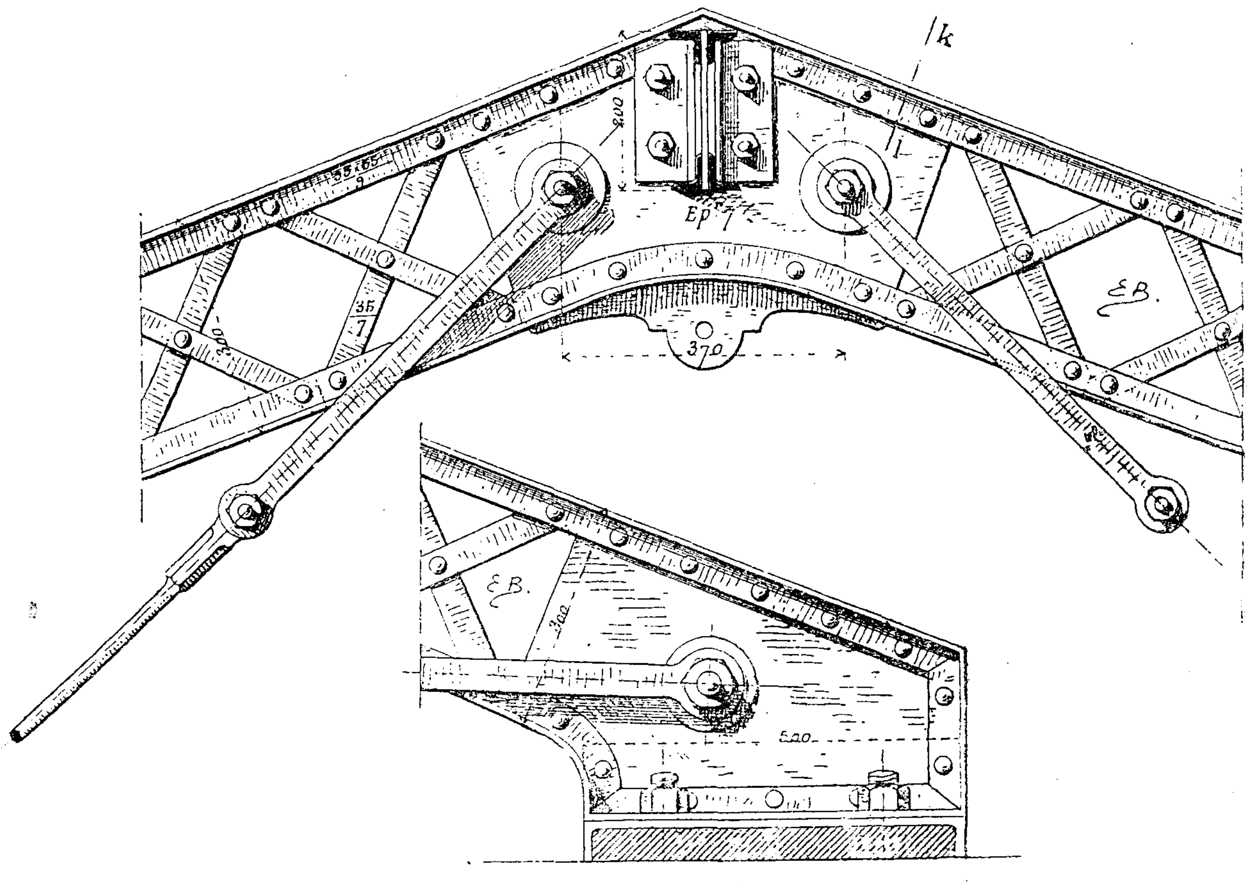
Farolillo o tensor

Se dan estos nombres y también el de tuerca de Prony, a una pieza de hierro forjado formada por dos tuercas enlazadas por hierros planos soldados a las mismas; las tuercas van roscadas en sentido contrario, de manera que pueden regular muy exactamente la longitud del tirante (figs. 216 y 217).



Figs. 216 y 217.

El pendolón que desciende verticalmente pasa por el hueco del farolillo y va empernado por debajo; generalmente, la tuerca que lo aprieta tiene la forma de una perilla.



Figs. 218 y 219.

UNIONES PARA CERCHAS CON PARES DE CELOSÍA

La cercha con pares de celosía se emplea para luces mayores. La figura 218 indica claramente la construcción de la parte alta de la cercha; lo mismo ocurre para la disposición del apoyo (fig. 219).

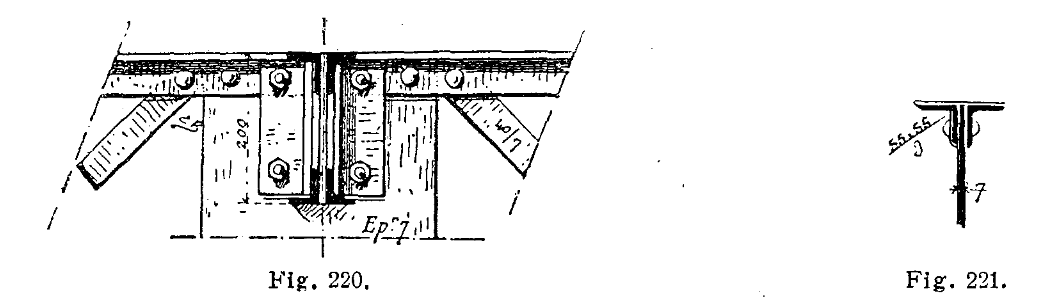


Fig. 220. Fig. 221.

Para permitir la unión de la correa hay necesidad de aplicar una chapa cartela cogida entre los angulares de la celosía (figs. 220 y 221) que recibe las escuadras de unión de la correa al alma del par.

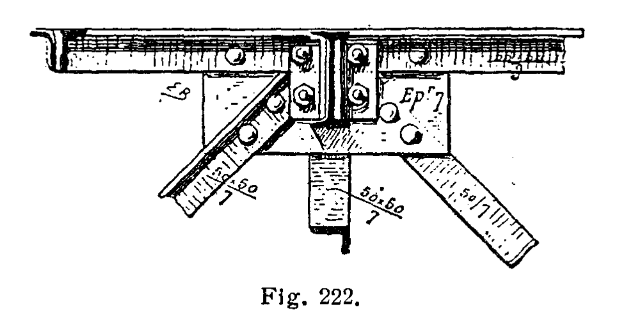


Fig. 222.

Las figuras 222 y 223 son variantes en la construcción de los pares de las cerchas, con angulares en sustitución de los

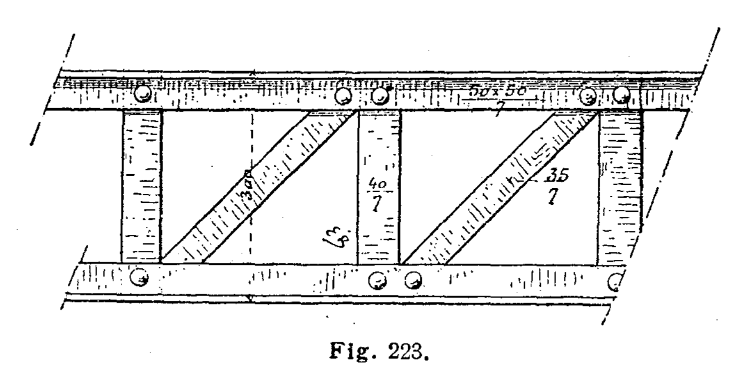


Fig. 223.

hierros planos y con una viga de montantes y diagonales (en N) en sustitución de la de crucetas.

Armaduras mixtas

Algunas disposiciones de ensambles

Unión de correa de madera con par metálico de alma llena

En el caso que presentamos, la correa se encuentra colocada de canto sobre la cercha; se trata, entonces, solamente de impedir su deslizamiento obligándola a permanecer adhe-

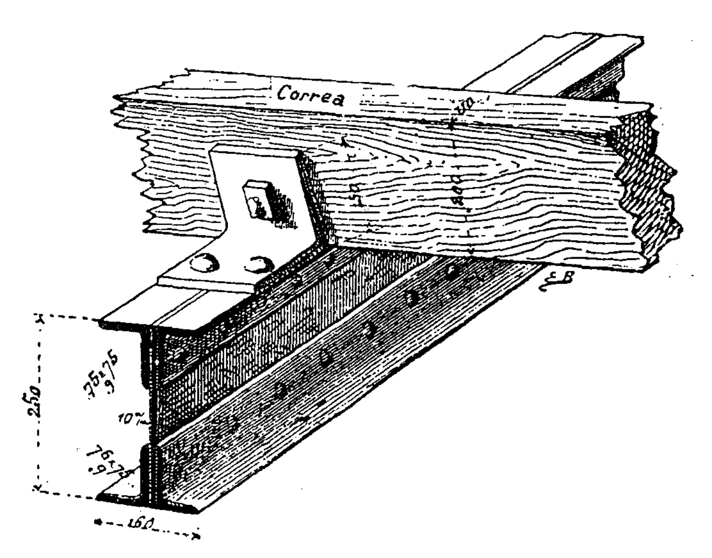


Fig. 224.

rida a dicha cercha; para esto se ha remachado sobre la cercha una escuadra de hierro (angular cortado en longitud) que hace las veces de ejión y se sujeta a la correa por un tirafondo (fig. 224).

Unión de correa de madera con par de hierro de celosía

La correa va ensamblada en este caso dentro de la altura de la cercha; un recuadro lleno de 0,350 m. de ancho sustituye a una cruceta y recibe las escuadras que fijan las correas, las cuales con el cabio y el entablado forman la altura total del par de la cercha (fig. 225).

La misma unión con pares laminados

Este sistema, de buena aplicación, se emplea cuando la luz es pequeña y las cerchas están muy próximas; se pueden entonces suprimir los cabios dando a las correas una separación tan sólo de 1,25 a 1,60 m.; con estas dimensiones un

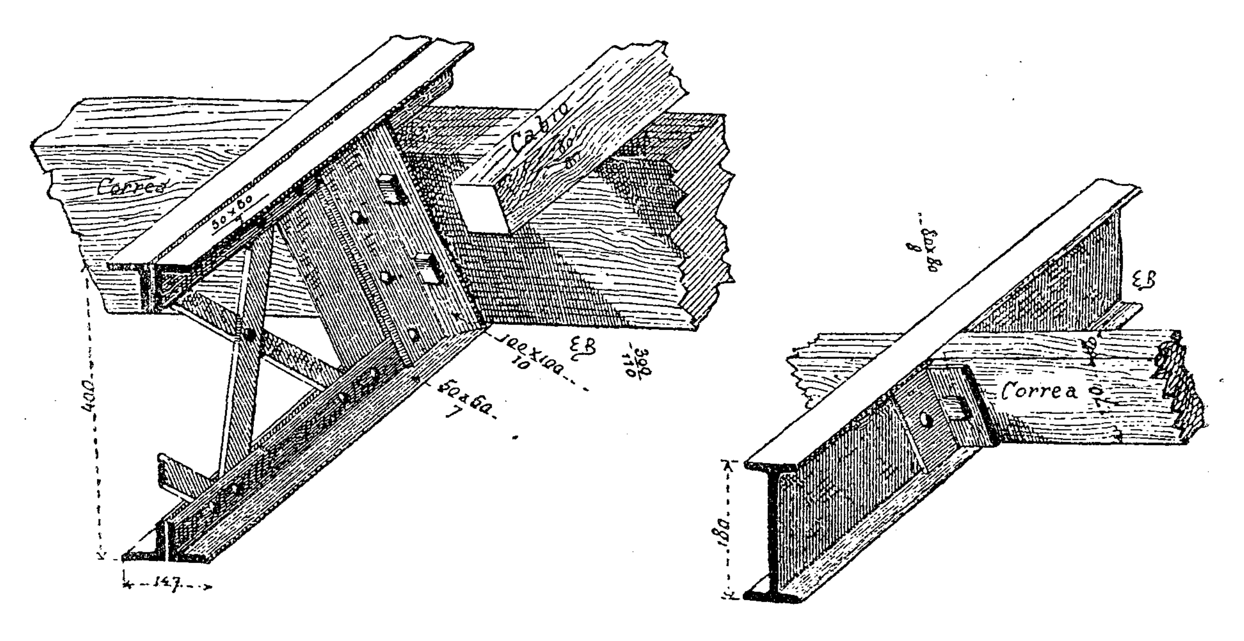


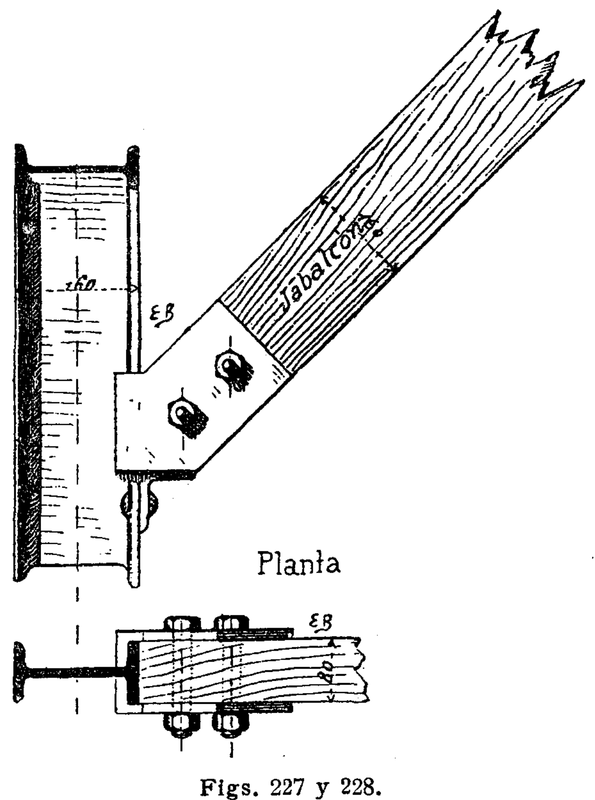
Fig. 225. Fig. 226.

entablado de 0,024 m. a ranura y lengüeta da buenos resultados (fig. 226), y constituye un techo, sobre el cual se puede colocar una cubierta de zinc, de tejas, etc.

Unión de un jabalcón de madera a un pie derecho de hierro

Este ejemplo corresponde a un entramado de hierro relleno de fábrica de ladrillo y cubierto con una armadura de madera; previamente se ha remachado sobre el pie derecho de hierro doble T una escuadra de apoyo, sobre la cual viene a descansar el jabalcón; este último está unido al mon-

tante por dos placas acodadas que forman uñas y cogen el ala del hierro (fig. 227).



Figs. 227 y 228.

La figura 228 es la proyección horizontal de esta disposición.

Apoyo de hierro para asiento de cercha sobre muro

Empleando este medio puede obtenerse una notable eco-

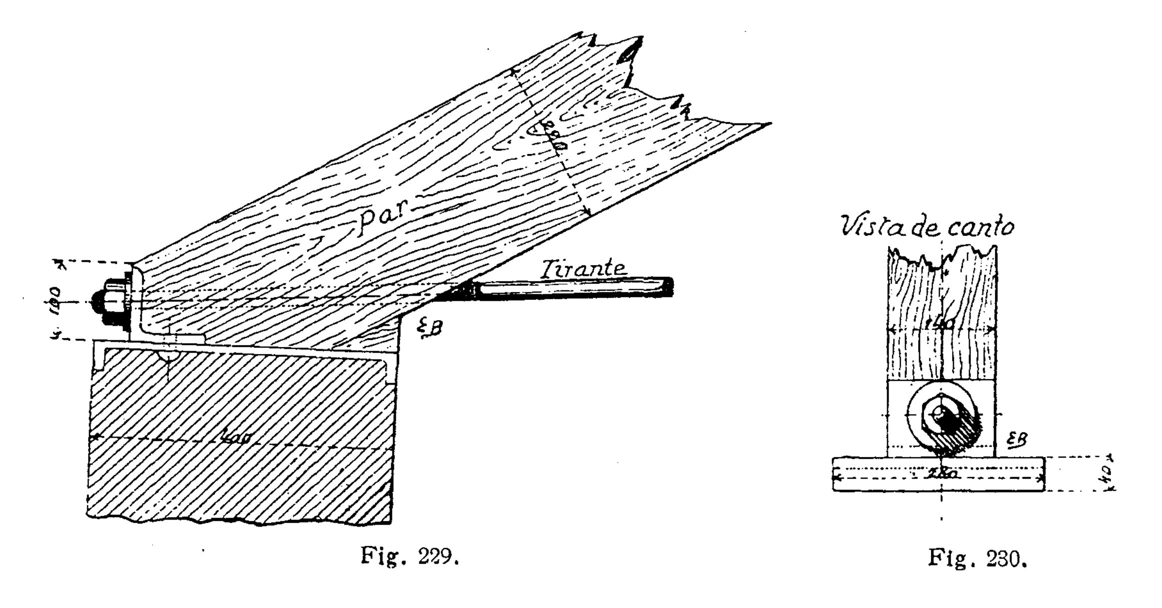


Fig. 229. Fig. 230.

nomía en comparación con el apoyo de fundición, evitándose los gastos de confección de un modelo; por otra parte, ofrece todas las garantías de solidez deseables y presenta una gran facilidad de montaje.

Consiste en un angular de una longitud igual a la anchura del par, remachado sobre una platina acodada que forma el apoyo sobre el muro.

Como se ve en las figuras 229 y 230, se evita el estribo, atravesando la madera y empernando el tirante detrás del angular que forma la pestaña.

ZAPATA DE HIERRO PARA CERCHA DE MADERA

Esta zapata está formada de una chapa doblada (figs. 231 y 232) de 10 mm. aproximadamente de espesor, fija sobre la placa de apoyo por medio de dos angulares remachados;

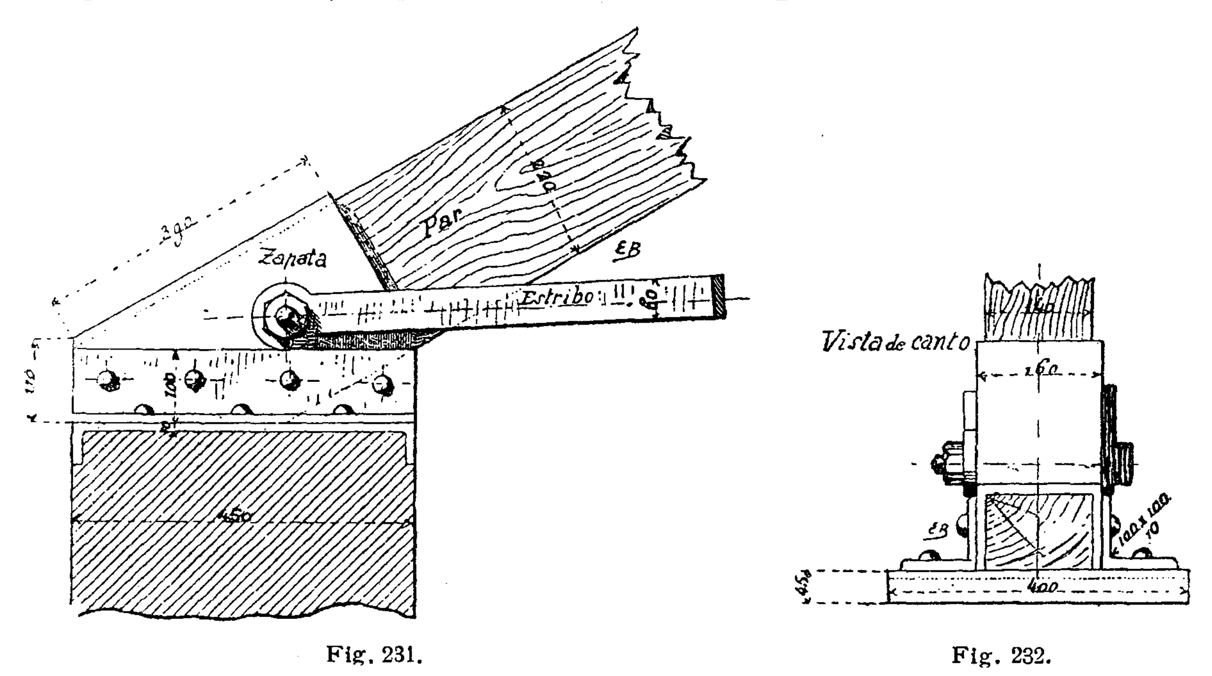


Fig. 231. Fig. 232.

la parte inferior del par viene a alojarse en esta zapata, y la luz de la cercha está asegurada por un tirante que viene a reunirse a las dos ramas de un estribo.

En los casos de las figuras 229, 231 y 233, se fijan las placas de apoyo sobre la mampostería por medio de pernos de empotramiento.

Uniones de madera con fundición

Si nos encontramos con que se repiten un gran número de veces las cerchas del mismo modelo, se puede emplear con

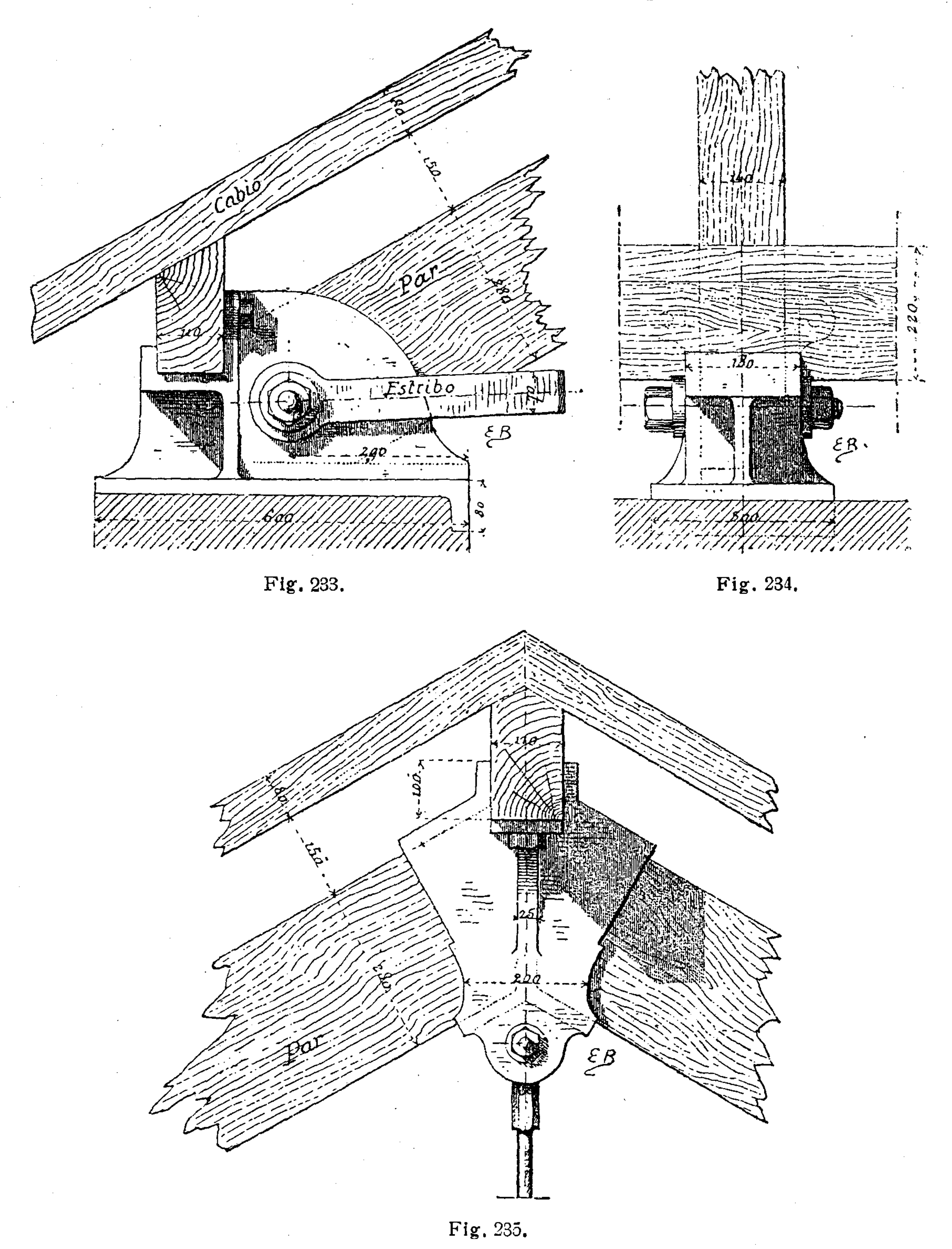


Fig. 233.

Fig. 234.

Fig. 235.

preferencia la fundición para la constitución de las piezas

de ensamble, pues los gastos de modelos son casi nulos al repartirse sobre un gran número de piezas coladas (figs. 233, 234 y 235).

Además, es fácil prever, al hacer el estudio de la armadura, todas las formas de las piezas de ensamble que podrán facilitar la unión de las distintas maderas y disminuir así el precio a que resulte cada cercha.

CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES PIEZAS DE UNA CERCHA POLONCEAU

Para el cálculo, o sea para la determinación de las dimensiones de las diversas piezas de una cercha, es preciso conocer los datos siguientes:

Luz de la cercha;

Distancia entre las cerchas;

Inclinación del par con respecto a la horizontal;

Carga total que debe soportar la armadura.

La carga total es la única que necesita ser estudiada, pues los demás elementos son siempre conocidos en virtud de las condiciones de la planta que se ha de cubrir y del esquema aceptado para la cercha..

Esta carga total se compone del peso propio de la armadura aumentado en el de la cubierta y en la sobrecarga accidental debida al viento y a la nieve.

Por término medio puede contarse por metro cuadrado con las cargas siguientes:

100 Kg. para armadura de hierro y vidrio, incluído el viento y la nieve;

120 Kg. para armadura de hierro y cubierta metálica o zinc, incluído el viento y la nieve;

150 Kg. para armadura de hierro y cubierta de tejas, incluído el viento y la nieve.

Es preciso, además, tener en cuenta, cuando existan, los cielorrasos de madera, de fibrocemento, de corcho, de yeso, etc.

CÁLCULO DEL PAR

Supongamos (fig. 236):

Luz de la cercha	16 m.
Distancia entre las cerchas	4,50 m.
Inclinación del par con respecto a la horizontal	25°
Carga total por m²	120 Kg.
Longitud *R*, calculada.	1,784
» *Q* »	4,760
» *T* »	3,246
» *S* »	4,760

El par, de 8,826 m. de longitud, puede ser considerado como dos piezas de 4,413 m. de luz descansando libremente

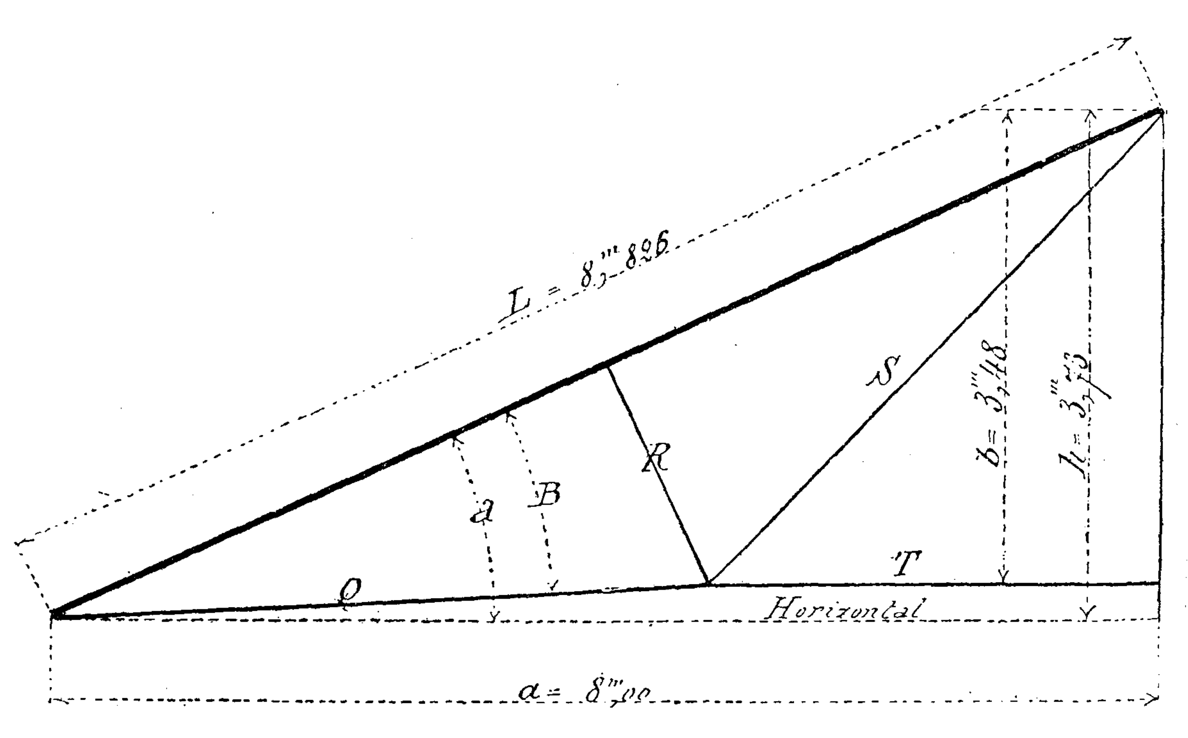


Fig. 236.

sobre dos puntos de apoyo y cargadas uniformemente con un peso de:

$$4{,}413 \cdot 4{,}50 \cdot 120 \text{ Kg.} = 2383 \text{ Kg.}$$

Aplicando la fórmula indicada en la página 80, de la igualdad entre el momento de flexión y el resistente, y

observando que es preciso tener en cuenta la inclinación multiplicando por el coseno del ángulo (página 93), se tendrá:

$$\frac{P L \cos 25^\circ}{8} = R \frac{I}{v}.$$

Siendo el coseno de $25^\circ = 0{,}91$, se tiene:

$$\frac{2383 \times 4{,}413 \times 0{,}91}{8} = \text{momento de flexión} = 1196 \text{ Kgm.}$$

Tomando $R = 8000000$, es decir, haciendo trabajar el hierro a 8 Kg. por milímetro cuadrado, se tiene:

$$\frac{I}{v} = \frac{1196}{8000000} = 0{,}0001495 \text{ m}^3.$$

Si buscamos el valor correspondiente de $\frac{I}{v}$ en las secciones de hierro doble T, de la manera indicada en la página 89, se encontrará un hierro de 200 mm. con alas ordinarias, que pesa 22,72 Kg. por metro lineal.

Si en sustitución del hierro doble T se quisiera emplear una vigueta de celosía, buscando el valor de $\frac{I}{v}$ se encontraría una sección de 0,240 m. de altura y cuatro angulares $40 \times 40 \times 5$ mm., cuyo valor calculado de $\frac{I}{v}$ da:

$$\frac{0{,}08 \times 0{,}24^3 - (0{,}07 \times 0{,}23^3 + 0{,}01 \times 0{,}16^3)}{12 \times 0{,}12} = 0{,}0001481 \text{ m}^3.$$

El cálculo de la celosía del par se efectúa de la manera siguiente:

El esfuerzo cortante es máximo a la altura de la mangueta R y su valor está expresado por $F = \frac{5}{8} P \cos a$, o sea $0{,}625\, P \cos a$.

Si la composición de la celosía da siempre dos barras en la misma sección (cruz de San Andrés) se dividirá por 2, y si su inclinación es de 45°, se multiplicará por $\sqrt{2} = 1{,}414$.

Se tendrá, pues, $F = \frac{0{,}625\ P \cos a \sqrt{2}}{2}$ y, reemplazando las letras por sus valores, resultará:

$$F = \frac{0{,}625 \times 2383 \times 0{,}91 \times 1{,}41}{2} = 954 \text{ Kg.}$$

Haciendo trabajar las barras a 8 Kg. por milímetro cuadrado de sección, dividiendo 954 por 8, se tendrá el número de milímetros cuadrados necesarios, o sea 119.

Si suponemos, por lo tanto, que las barras de la celosía tienen una anchura de 35 mm., o sea una anchura neta (deducido el orificio) de 24 mm., se tendrá para el espesor:

$$\frac{119}{24} = 4{,}9 \text{ mm., es decir, una pletina de } 35 \times 5 \text{ mm.}$$

Cálculo de las correas

Suponiendo las correas distanciadas a 1,70 m., puesto que la distancia entre cerchas es igual a 4,50, soportarán:

$$1{,}70 \cdot 4{,}50 \cdot 120 \text{ Kg.} = 918 \text{ Kg.}$$

Considerando las correas como apoyadas libremente en dos puntos y cargadas con un peso uniformemente repartido, será fácil encontrar de la manera ordinaria el valor de $\frac{I}{v}$ y, por consiguiente, la sección que habrá que dar, bien al hierro doble T, bien a la viga de celosía.

En este último caso la fórmula que se ha de emplear para la celosía es la del esfuerzo cortante, o sean los cinco octavos de la carga total soportada por la correa, dividida por el número de barras de la celosía cortadas por la vertical, para conocer la sección de las barras.

Para el caso de barras a 45° y cruces de San Andrés, esta fórmula es:

$$F = \frac{P\sqrt{2}}{2}, \qquad \text{o sea} \qquad \frac{918 \times 1{,}41}{2} = 647 \text{ Kg.}$$

Haciendo trabajar el hierro a 8 Kg., se tendrá:

$$\frac{647}{8} = 80{,}9 \text{ mm}^2.$$

Y si se da a las barras una anchura de 30 mm., o sea una anchura neta de 21 mm., su espesor deberá ser:

$$\frac{80{,}9}{21} = 4 \text{ mm.}$$

Cálculo de las manguetas y de los tirantes

Las manguetas y los tirantes, para mayor claridad, los designamos por letras, como se ha indicado en la figura 236.

El esfuerzo de compresión sobre la mangueta R es $\frac{5}{8}$ del peso soportado por el par en toda su longitud multiplicado por el coseno del ángulo de inclinación del par:

$$\frac{5}{8} P \cos a, \qquad \text{o sea} \qquad 0{,}625 \times 4766 \times 0{,}91 = 2710 \text{ Kg.}$$

Conociendo la resistencia a la compresión de la fundición o del hierro, será fácil determinar la sección de la mangueta, que ejecutada, para que no parezca a la vista demasiado ligera, es en la práctica casi siempre demasiado gruesa.

La fórmula para el cálculo del tirante T es:

Tensión $= \frac{pa^2}{2b}$, en la cual las letras a y b son las longitudes indicadas en la figura, y p el peso por metro lineal sobre el par, que en este caso es igual a $\frac{4766}{8{,}826} = 540$ Kg.

Reemplazando las letras por su valor, se tendrá:

$$T = \frac{540 \times 8^2}{2 \times 3{,}48} = 4965 \text{ Kg.}$$

Sometiendo el tirante a un trabajo de tracción de 8 Kg. por milímetro cuadrado de sección, se tendrá:

$$\frac{4965}{8} = 620 \text{ mm}^2.$$

Basta encontrar el radio de un círculo, cuya área sea 620, es decir:

$$r = \sqrt{\frac{0{,}000620}{3{,}14}} = 0{,}014 \text{ m.}$$

Se puede, por lo tanto, emplear para este tirante un hierro redondo de 0,03 m. de diámetro.

La fórmula para el cálculo del tirante Q (siendo B el ángulo formado por el par L y el tirante Q) es:

$$Q = \frac{13\, p\, a \cos a}{16 \operatorname{sen} B}, \quad \text{o sea} \quad \frac{13 \times 540 \times 8{,}00 \times 0{,}91}{16 \times 0{,}34} = 8475 \text{ Kg.}$$

Haciendo trabajar el hierro a 8 Kg., y operando como anteriormente para encontrar el diámetro, se tendrá:

$$\frac{8475}{8} = 1059 \text{ mm}^2.$$

$$r = \sqrt{\frac{0{,}001059}{3{,}14}} = 0{,}018 \text{ m.}$$

Se podrá, por lo tanto, emplear para este tirante un hierro redondo de 0,04 m. de diámetro.

La fórmula para el cálculo del tirante S es:

$$S = \frac{T \operatorname{sen} a - \frac{3}{16}\, p\, a \cos a}{\operatorname{sen} B};$$

reemplazando las letras por su valor, se tendrá:

$$S = \frac{4965 \times 0{,}423 - (0{,}187 \times 540 \times 8 \times 0{,}91)}{0{,}34} = 4015 \text{ Kg.}$$

Haciendo trabajar el metal a 8 Kg., y operando como para los demás tirantes, se obtendrá un diámetro de 0,025 m.

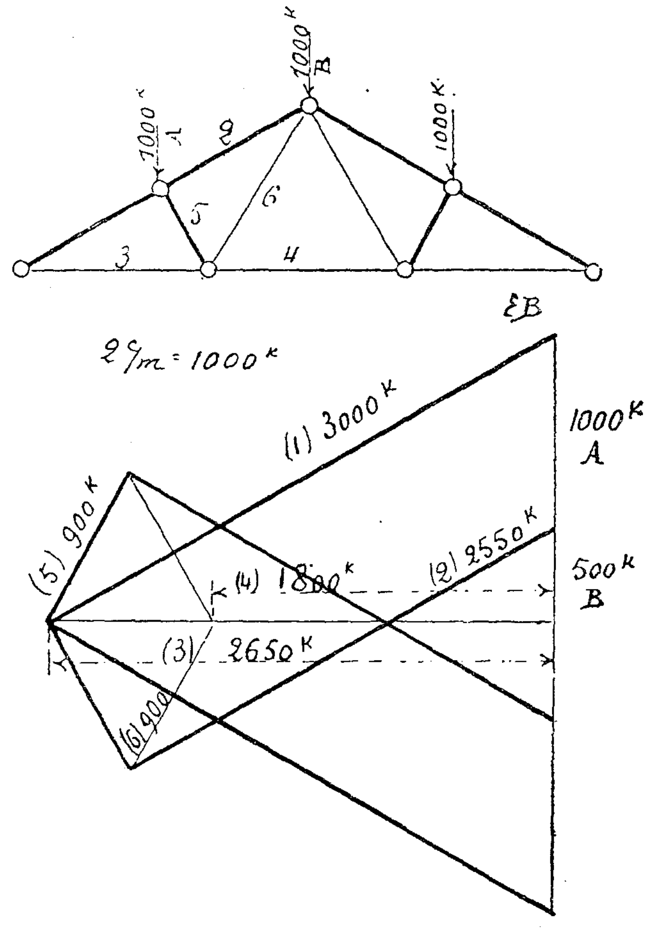
Por lo demás, si se quieren evitar los cálculos para el tirante *S* bastará tomarlo un poco más débil que el tirante *T*.

Cálculo de las cerchas Polonceau por el método gráfico

Las cargas sobre una cercha pueden presentarse bajo un ángulo cualquiera, pero, en general, se toman estas cargas dirigidas según la vertical.

Para hacer el cálculo gráfico, suponiendo vertical la dirección de las cargas, se lleva sobre una línea paralela a la dirección de estas cargas empezando por la más próxima al apoyo y con una escala cualquiera, la primera carga *A* de nuestras figuras 237 y 238, que es, en nuestro ejemplo, de 0,02 m. por 1000 Kg., y después a continuación la carga *B*.

Hay que observar que la carga *B* colocada en la cumbrera se divide en dos iguales, correspondientes cada mitad a cada una de las vertientes de la cubierta.

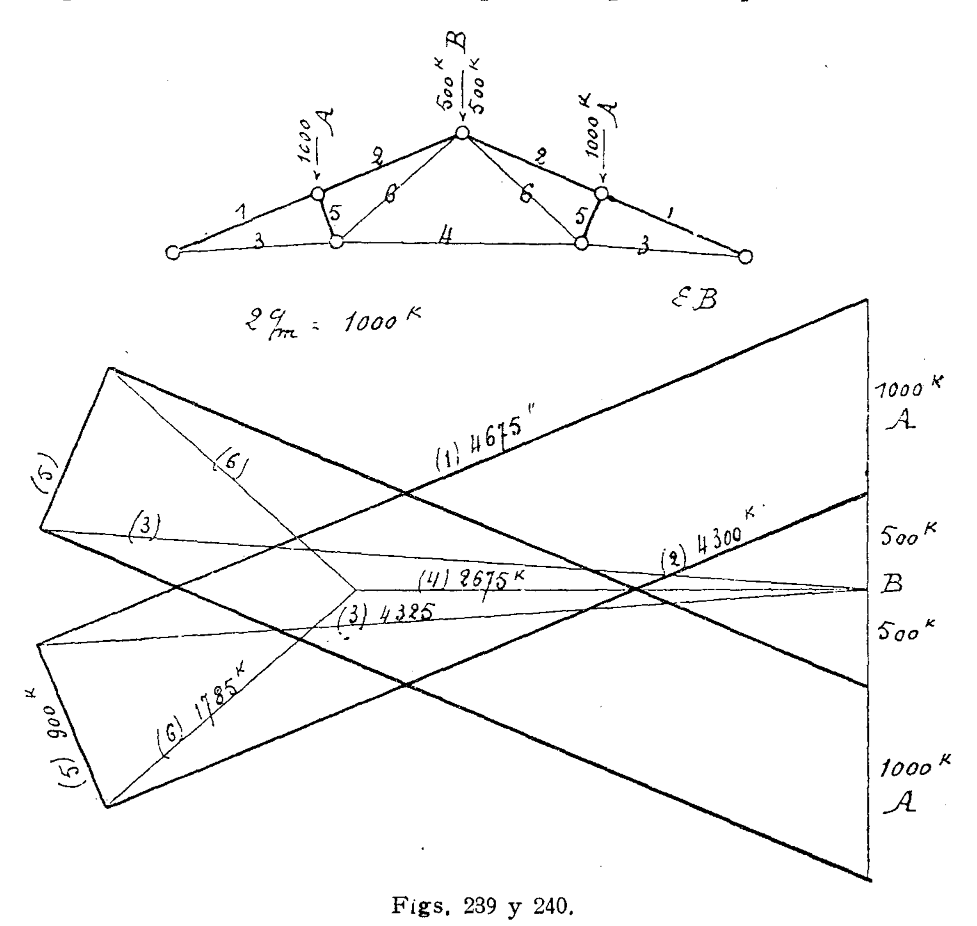


Figs. 237 y 238.

Para trazar el diagrama se trazan paralelas a las barras *1* y *2*; la paralela al tirante *3*, partiendo del centro de la carga *B*, viene a fijar la longitud de la línea *1*, sobre la cual se puede ya medir el esfuerzo impuesto, sirviéndose de la escala escogida. Como nuestro ejemplo está en la escala de 0,02 m. por 1000 Kg., encontraremos 3000 Kg.

Desde este punto de intersección de las líneas *1* y *3* se traza una paralela a la mangueta hasta su encuentro con la línea *2*, quedando así fijado el esfuerzo. De este nuevo punto de intersección queda sólo trazar una paralela al tirante *6* que, por su intersección con la línea paralela al *4*, da el esfuerzo de éste.

Tan sólo queda medir, con arreglo a la escala, los esfuerzos impuestos a las diferentes partes que componen la cercha



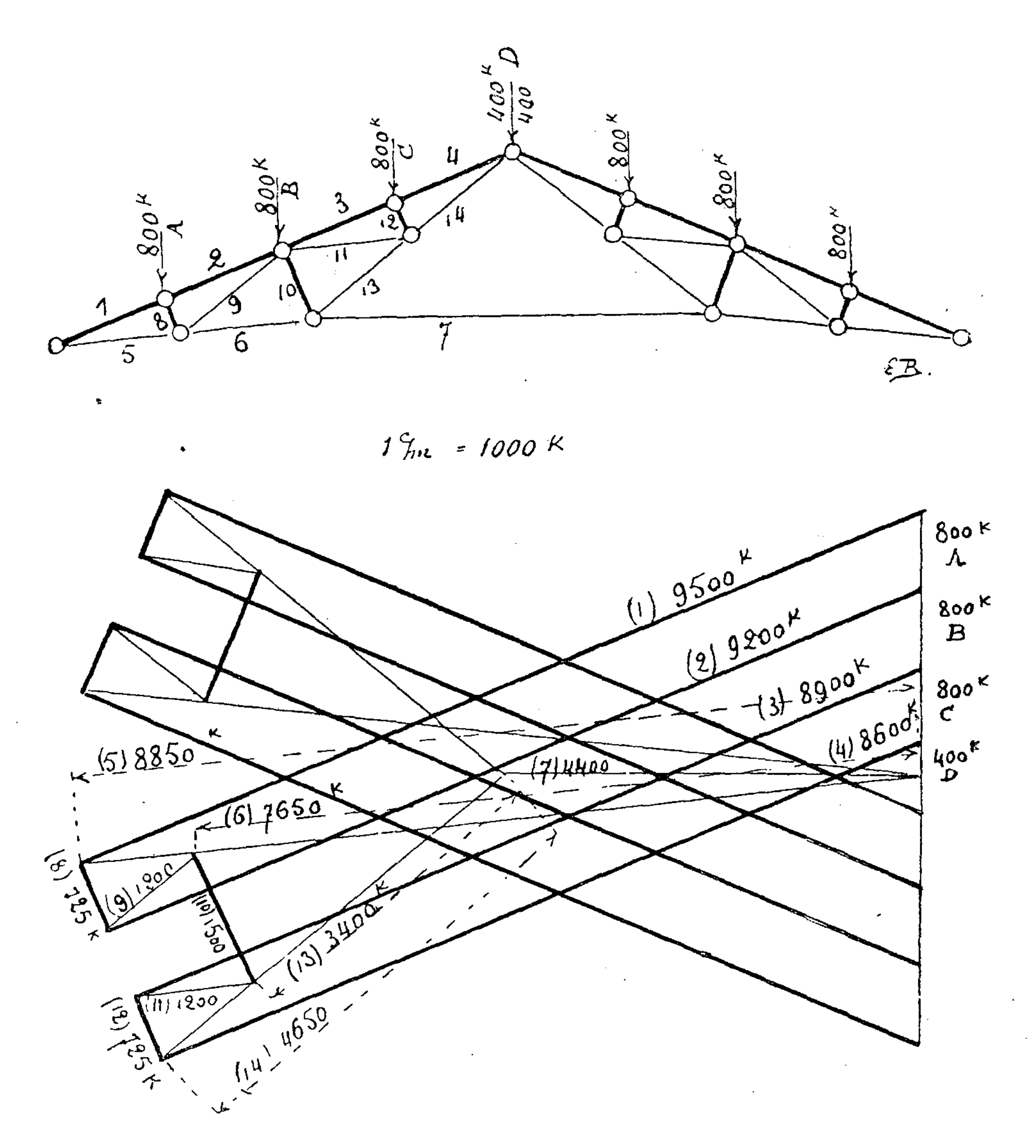
Figs. 239 y 240.

y aplicar el coeficiente de trabajo escogido, teniendo en cuenta la flexión lateral para las piezas comprimidas (indicadas en las figuras con trazo grueso) y en las piezas tendidas, teniendo cuidado de no contar más que la sección neta, es decir, después de deducir los orificios de remaches o pernos, o bien, para las barras fileteadas, tan sólo la sección de núcleo tomando el diámetro útil en el fondo de la rosca.

Las figuras 239 y 240 representan una cercha Polonceau del mismo género que la anterior, pero con tirante quebrado.

El cálculo gráfico es en todo semejante, pero estando el tirante formado por piezas horizontales y oblicuas, resulta que las paralelas a las barras *3* y *4*, en lugar de confundirse como en el caso anterior, toman diferentes direcciones.

Aprovecharemos este ejemplo para hacer notar que cuanto más se eleva el tirante más aumentan los esfuerzos.



Figs. 241 y 242.

Lo mismo ocurre, por lo demás, cuando se disminuye la inclinación de la vertiente; esto se ve muy claramente en nuestras figuras 238 y 240, en las cuales para luces y cargas idénticas los esfuerzos aumentan de una manera considerable. Si el atirantado se hiciese bajar por debajo de la horizontal se verían disminuir los esfuerzos.

Cada par de una cercha Polonceau es, en realidad, una viga armada y puede llevar 1, 3 ó 7 manguetas.

Para las grandes luces se colocan a veces correas entre los nudos; existe, entonces, en el par un trabajo de flexión que debe ser calculado aparte y añadido al trabajo de compresión. La sección del par será entonces la suma de las secciones necesarias para resistir aisladamente a los trabajos de flexión y de compresión.

El ejemplo de las figuras 241 y 242 es de tres manguetas en cada par con tirante ligeramente quebrado. Como para nuestras figuras 237 y 238, se llevarán las cargas A, B, C y $\frac{D}{2}$ sobre una vertical, y después, simétricamente, las mismas cargas hacia abajo.

En el centro se encontrará el punto de partida de las paralelas a los tirantes *5*, *6*, *7*, que por su intersección con las otras líneas paralelas a las barras fijan las longitudes que permiten medir los esfuerzos valiéndose de la escala adoptada.

Es importante que el esquema de la cercha esté trazado con el mayor cuidado y trazar los esfuerzos rigurosamente paralelos a las barras de la cercha.

Cerchas de celosía

CERCHAS CON CELOSÍA DE MONTANTES Y DIAGONALES

Estas cerchas, representadas en nuestro croquis (fig. 243) con tirante bombeado, se hacen también rectas, constituyendo vigas de celosía muy altas en el centro, cuya altura va disminuyendo hacia el apoyo.

Por lo que se refiere a la solidez, es fácil darse cuenta por el solo examen de la figura, que en los dos casos, cercha Polonceau o cercha de celosía, la rotura de una pieza o de una unión puede desencajar el conjunto y producir la caída de todo el sistema.

He aquí ahora un ejemplo con atirantado recto para una luz de 20 m. (figs. 244, 245 y 246). Completamente formada de angulares y de hierros planos, esta cercha puede sostener una

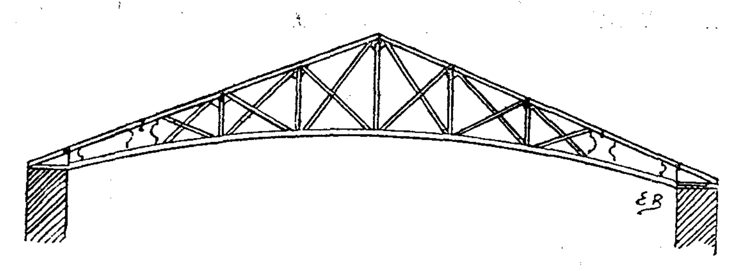
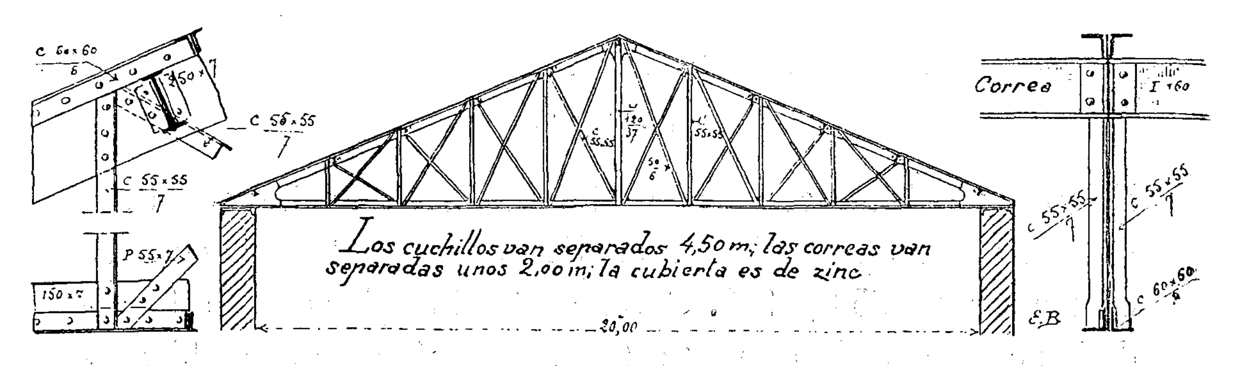


Fig. 243.

cubierta de tejas mecánicas. Se observará que el empleo de anchos hierros planos para formar las almas de los pares y



Figs. 244, 245 y 246.

del tirante evita las cartelas que serían indispensables de otro modo para el ensamble de las barras de la celosía.

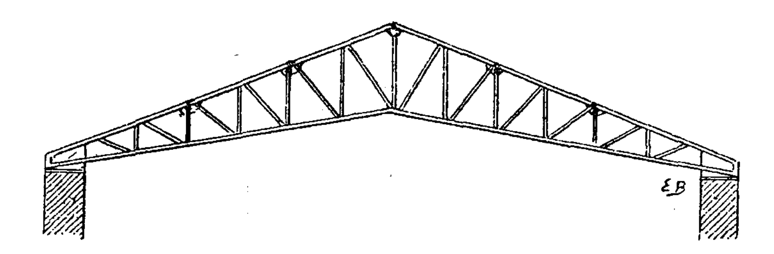
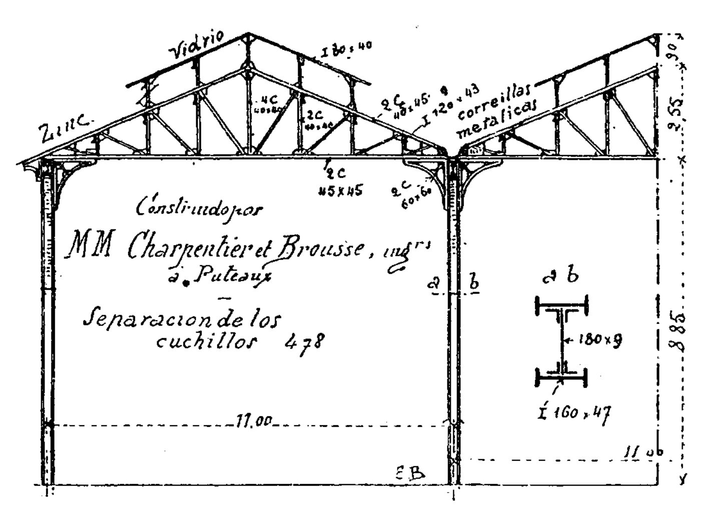


Fig. 247.

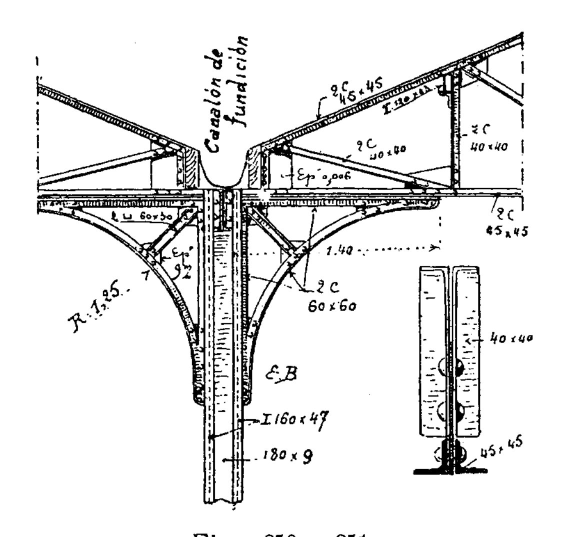
La cercha en celosía que representamos esquemáticamente en la figura 247, se emplea hoy día con mucha frecuencia. Hemos creído útil dar de ella algunos tipos acotados para servir de base y hasta ser ejecutados tal como están. Vamos a proceder a su descripción.

Nuestro primer modelo es la armadura de la cubierta de la estación eléctrica de la Avenida Trudaine (Compañía Edison). Esta cercha, construída sumamente ligera (figs. 248 y 249), está formada de pequeños angulares 45×45 y 40×40.



Figs. 248 y 249.

El apoyo de las cerchas se verifica sobre consolas constituídas de angulares y hierros en U, cuyo detalle se encuentra en las figuras 250 y 251. Creemos útil insistir sobre la forma de las columnas de apoyo: están constituídas por dos hierros



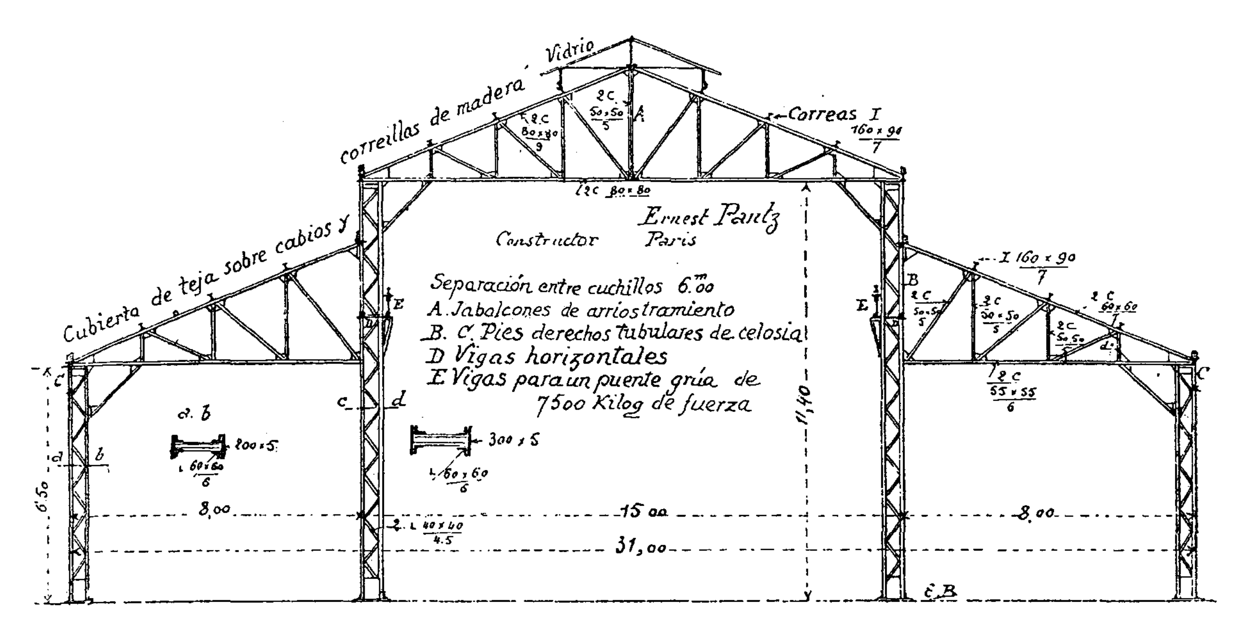
Figs. 250 y 251.

doble T reunidos por un alma y cuatro angulares (corte *ab* de la figura 249). Estos elementos forman una sección sumamente favorable a las uniones de cerchas, consolas, carreras, etc., y además muy resistente a los esfuerzos de com-

presión y de flexión (arriostramiento). El canalón de fundición está encajado entre dos maderos (fig. 250).

El segundo ejemplo, construído en Saint-Denis, es más robusto, pero asimismo está formado con angulares para las manguetas y péndolas.

Los pies derechos que indicamos en los dos cortes *a b* y *c d*, son tubulares de celosía formados por tablas unidas por angulares y crucetas (figs. 252, 253 y 254).

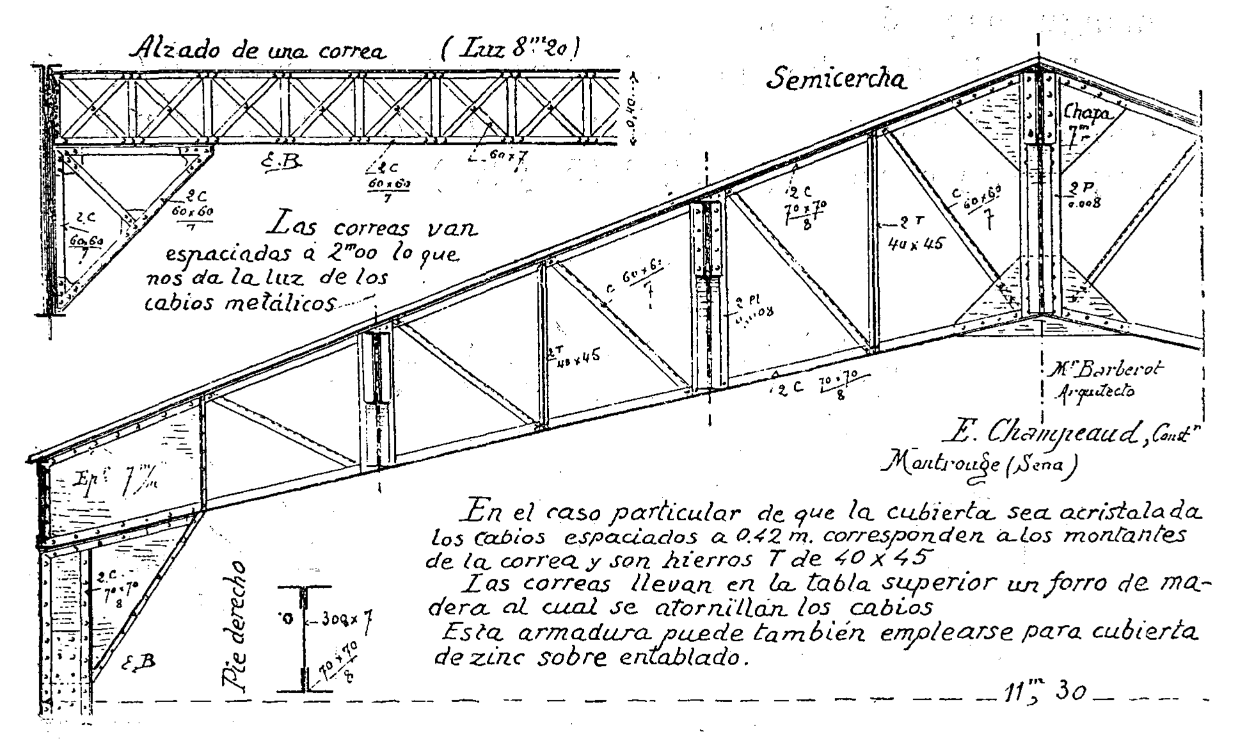


Figs. 252, 253 y 254.

He aquí ahora una aplicación con tirante peraltado del tipo de nuestro esquema (fig. 247); es una cubierta vidriada de una luz relativamente débil (11,30 m.), pero cuya separación considerable entre las cerchas (8,20 m.) hace de ella un caso particular. A pesar de que esta cubierta se ha construído entre dos edificios, no podían tomarse puntos de apoyo más que a 8,20 m. de distancia a consecuencia de la mala calidad del suelo, que hubiese hecho necesarias fundaciones de 12 m. de profundidad.

Se tomó, pues, el partido de no hacer más que dos cerchas para salvar el tramo, empleando correas suficientemente resistentes para sostener una carga total de 120 Kg. por metro cuadrado de superficie (figs. 255, 256 y 257).

Las correas, necesariamente altas para salvar una distancia de 8,20 m., sirven al mismo tiempo para asegurar el arriostramiento longitudinal y en sus extremidades van fijas con escuadras comprendidas en la altura de la cercha.



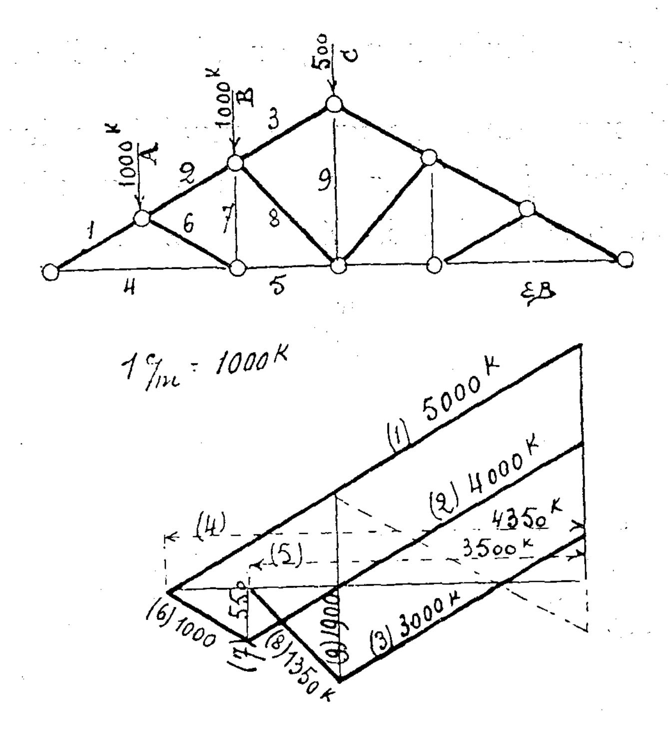
Figs. 255, 256 y 257.

En este caso particular la cercha de cabeza va cerrada con cristales; existe, además, un tabique-vidriera debajo, lo que explica el empleo de montantes de hierro en T para la adaptación de los cristales; los espacios comprendidos por estos hierros están en parte subdivididos por otros para tener anchuras de vidrio normal.

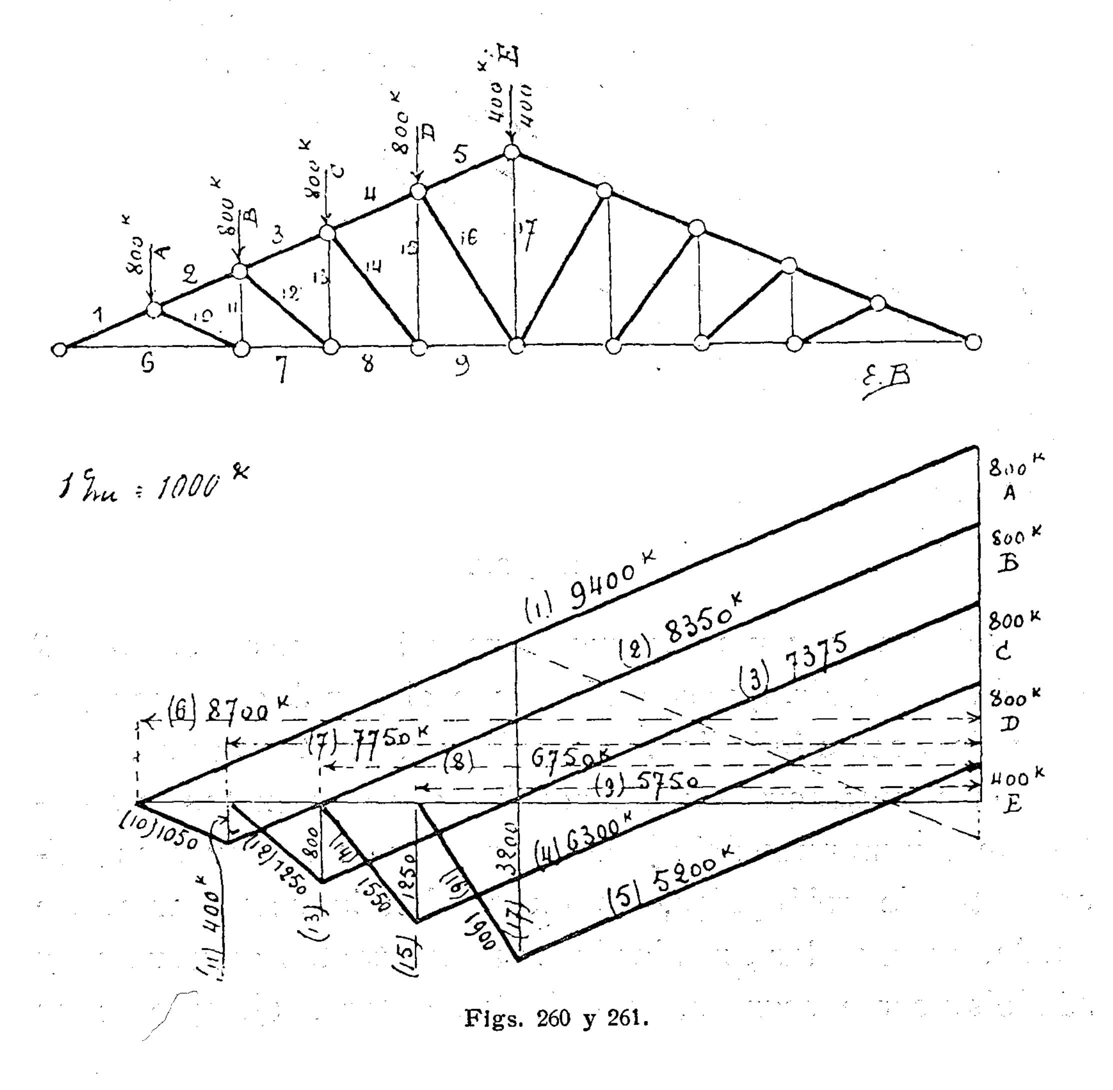
Cálculo gráfico de las cerchas de celosía

Los sistemas son muchos. Tomemos, por lo pronto, la cercha de manguetas oblicuas y péndolas verticales. Como en nuestros ejemplos precedentes, las líneas gruesas indican las piezas comprimidas y las líneas finas las piezas extendidas.

El trazado del diagrama (figs. 258 y 259) se hace como el de la cercha Polonceau, llevando sobre una vertical las car-

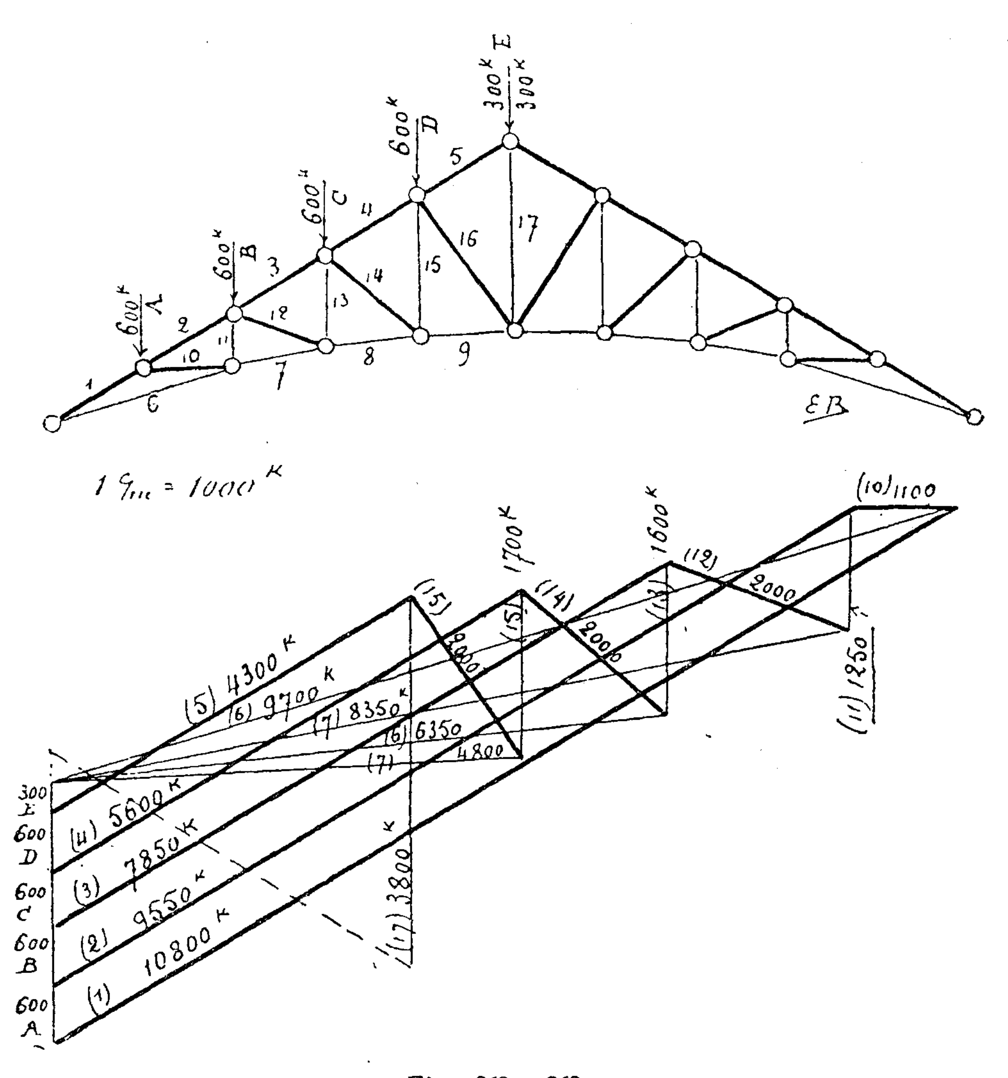


Figs. 258 y 259.



Figs. 260 y 261.

gas A, B, $\frac{C}{2}$ y simétricamente por abajo. El centro de la carga C da el punto de que parte la paralela a las barras *4* y *5* que fija el trabajo del par *1*; las otras paralelas a las diferentes piezas dan todos los demás esfuerzos.



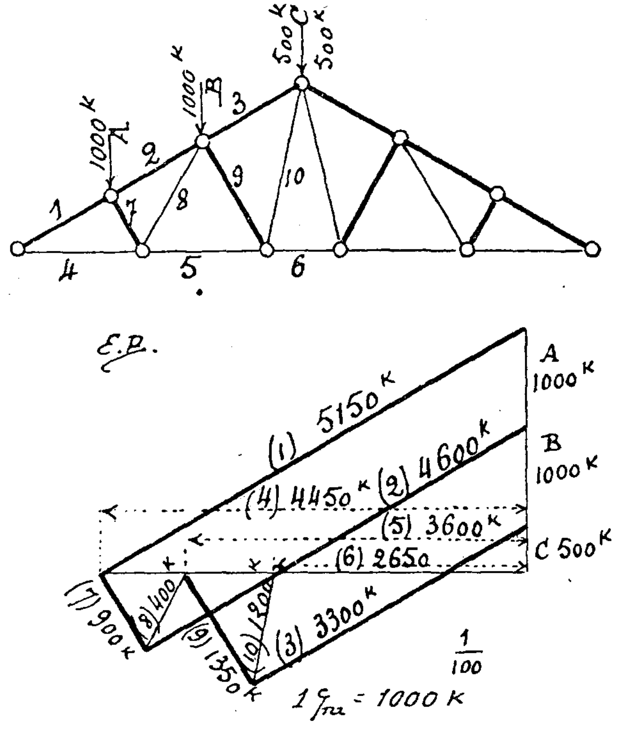
Figs. 262 y 263.

Debemos hacer notar que la tracción sobre el pendolón *9* es doble, es decir, que se mide desde el par *3* al mismo par simétrico, como lo indica, por lo demás, nuestra figura.

Es muy general que las cerchas con manguetas se construyan con un nudo debajo de cada correa; compuestas únicamente de triángulos, no existe flexión secundaria. Se puede, pues, en las grandes luces poner tantas manguetas y péndolas como correas, como lo demuestra el ejemplo de las

figuras 260 y 261; el cálculo gráfico es el mismo que en el caso precedente, pero con un número mayor de líneas que representan fuerzas, pues es mayor el número de triángulos que componen la cercha.

De la misma manera que para la cercha Polonceau, se pueden colocar correas entre dos nudos, pero, entonces, al trabajo de compresión del par viene a añadirse un trabajo de flexión que conviene tener en cuenta.



Figs. 264 y 265.

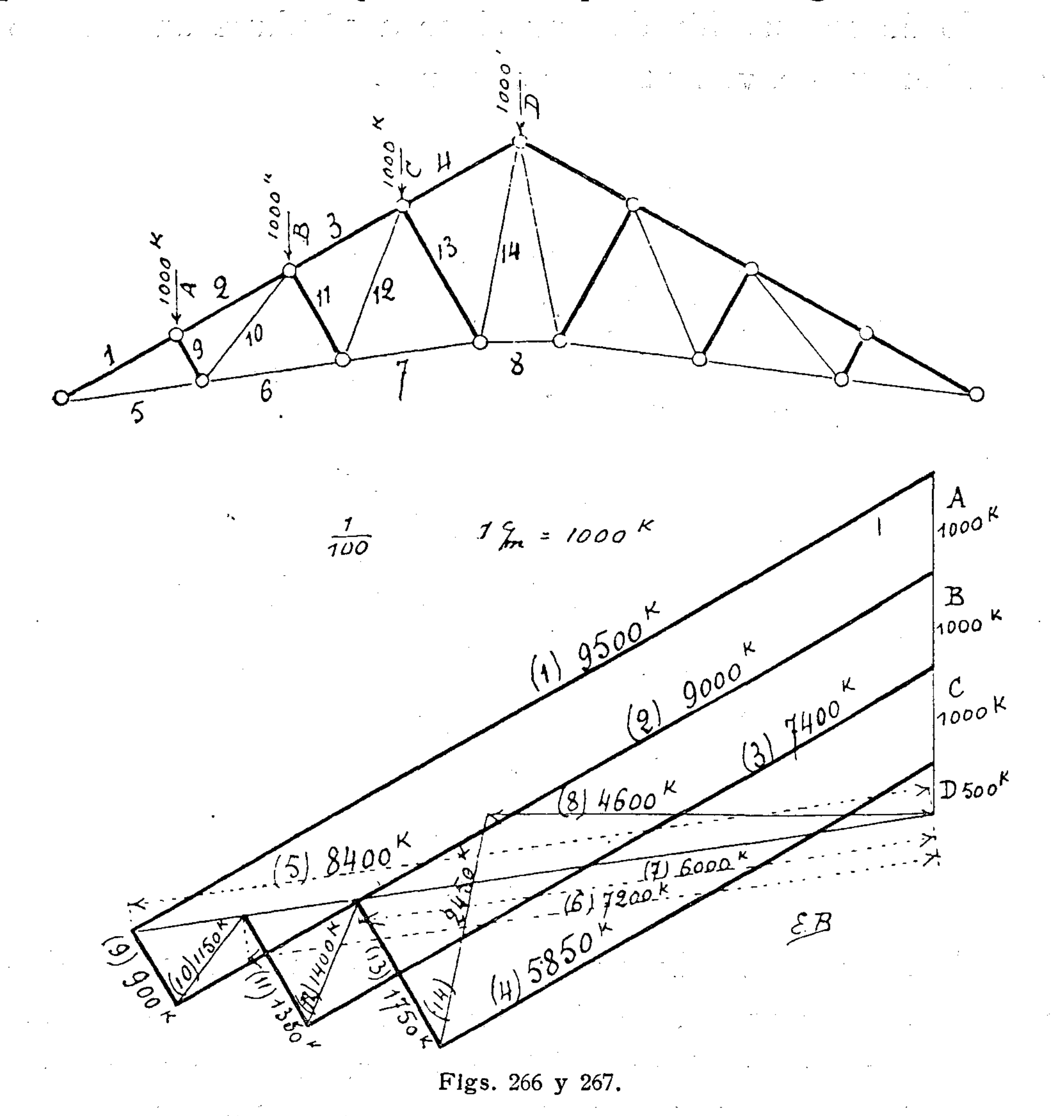
El atirantado horizontal parece que siempre tiene pandeo y carece, por lo tanto, de elegancia; esto ha inducido a los constructores a emplear el atirantado realzado o poligonal, como se indica en el ejemplo de las figuras 262 y 263.

El diagrama es siempre el mismo, con la diferencia de que las fuerzas *6*, *7*, *8* y *9*, al tomar las direcciones paralelas a las barras correspondientes del tirante, divergen y no se confunden.

Se hacen también cerchas con manguetas verticales y péndolas oblicuas; estas últimas, partiendo del tirante, están inclinadas hacia el caballete.

La ventaja de esta disposición es la de disminuir la longitud de las manguetas comprimidas y reducir en consecuencia la flexión lateral, pero el aspecto es, por lo general, menos satisfactorio.

Otra disposición consiste en colocar las manguetas perpendicularmente al par con las péndolas dirigidas hacia el

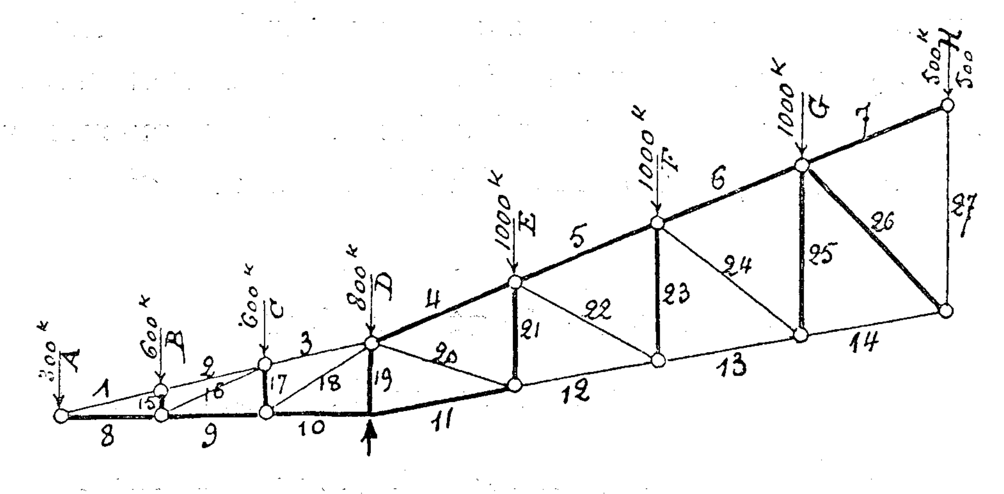


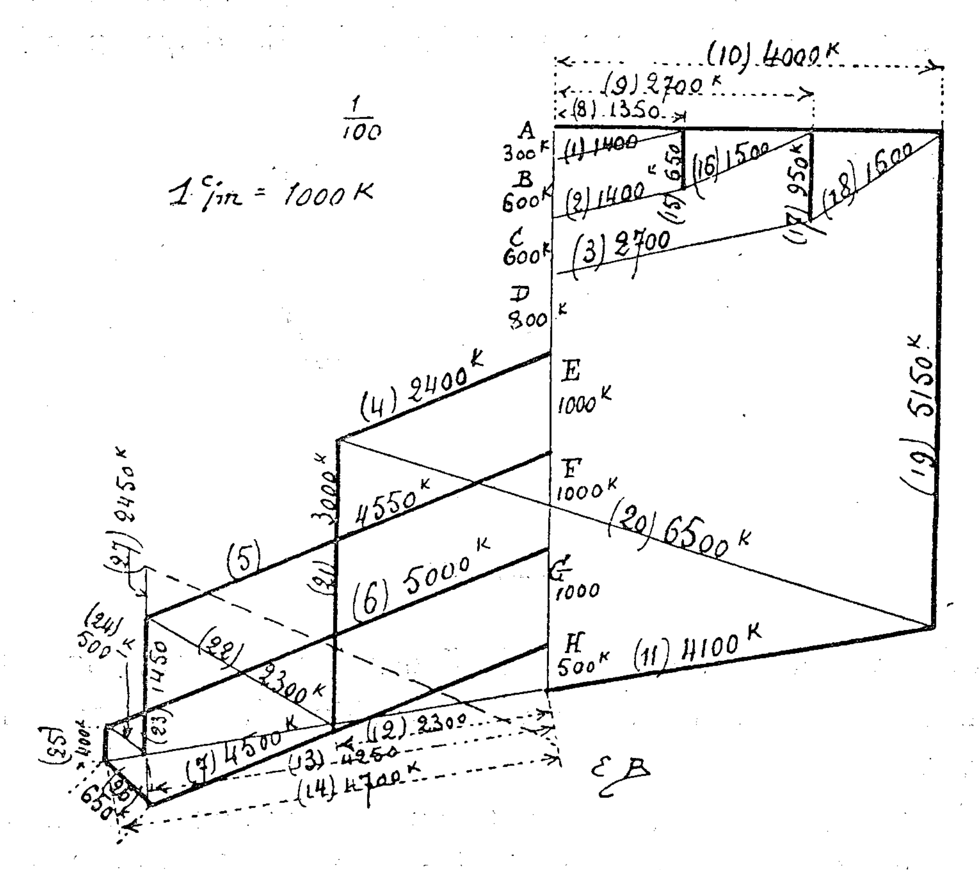
Figs. 266 y 267.

caballete (figs. 264 y 265). El procedimiento de trazado del diagrama de esfuerzos es el mismo que los descritos anteriormente.

Estas cerchas se hacen con atirantado horizontal o con atirantado poligonal (figs. 266 y 267). El trazado sigue siendo el mismo que el que hemos visto para la cercha de manguetas oblicuas y atirantado poligonal.

Terminaremos este rápido estudio de las cerchas en celosía por una cercha con marquesina volada sobre los puntos de apoyo (figs. 268 y 269).





Figs. 268 y 269.

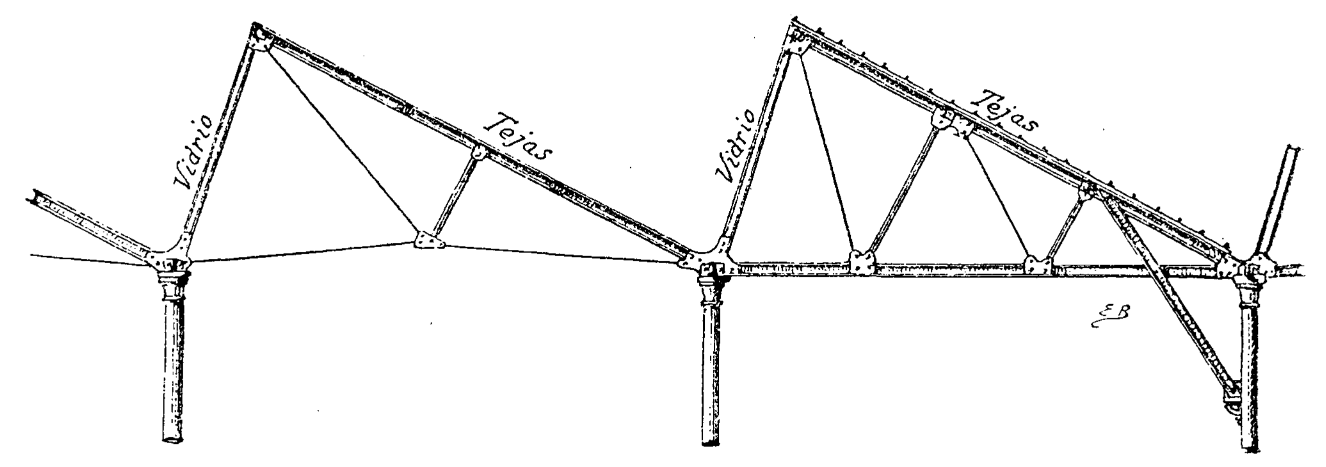
Aquí, en realidad, hay que hacer dos gráficos, uno a la derecha y otro a la izquierda de la vertical sobre la que se llevan las cargas con arreglo a la escala escogida, en nuestro ejemplo, de 1 cm. por 1000 Kg.

Se empieza por llevar las cargas $A, B, C, D, E, F, G, \frac{H}{2}$, después se trazan paralelas a las diversas barras, como está indicado en el esquema, empezando por el triángulo extremo $A, 1, 8$, y continuando por los inmediatos; se encuentran los diversos esfuerzos impuestos a las piezas, de la misma manera que en los casos precedentes, midiéndolos sobre el diagrama.

Cerchas en diente de sierra

Armadura de cubierta de taller, llamada shed

Esta ingeniosa disposición tiene por objeto permitir recibir la luz por la cubierta con la misma facilidad que por las



Figs. 270 y 271.

paredes verticales, como es fácil darse cuenta examinando las figuras 270 y 271, con una orientación tal, que se evite la entrada de sol.

Los ángulos ordinariamente empleados son de 25 a 30° para la parte de cubierta ordinaria y 60, 80 y hasta 90° para la parte de cristales.

Damos aquí varios tipos que pueden emplearse, según las necesidades; el primero (fig. 270) está comprendido entre muros de piñón con columnas intermedias de fundición, y no sirve absolutamente más que para cubrir y dar entrada a la

luz; en el segundo caso (fig. 271) representamos la misma armadura, pero construída para taller mecánico; la cercha está dispuesta para llevar las transmisiones de fuerza motriz.

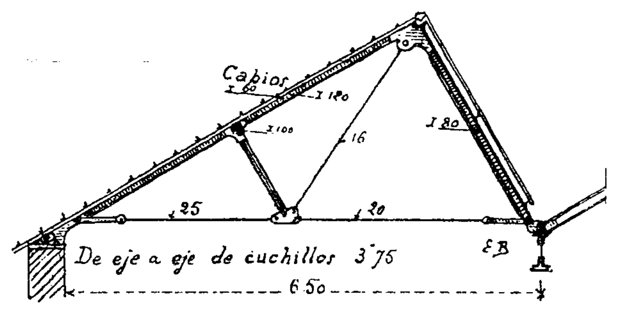
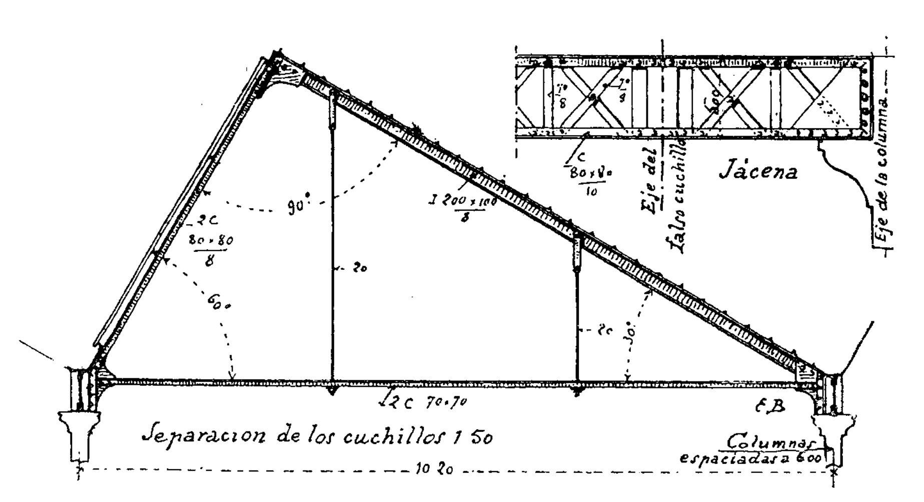


Fig. 272.

He aquí ahora otros dos ejemplos con dimensiones y clases de hierros (figuras 272, 273 y 274). En las cubiertas en diente de sierra, destinadas a menudo a iluminar grandes superficies, se procura, para no tener una gran altura que sería inútil y, además, para recibir la mayor cantidad de luz posible, utilizar tramos pequeños que dan una luz más repetida con una altura de cercha mínima; pero, por otra parte, los puntos



Figs. 273 y 274.

de apoyo son molestos, y sin embargo, hay que recibir los pies de las cerchas; se acude entonces a un artificio de construcción: se toma un cierto número de puntos de apoyo sólidos muy alejados, 8 a 9 m., por ejemplo, y se les une por vigas haciendo descansar las cerchas sobre estas últimas. En el ejemplo (figs. 273 y 274) vemos el apoyo de las cerchas sobre columnas, pero las cerchas intermedias (falsos cuchillos) descansan sobre las jácenas. La armadura se compone de cerchas y falsas cerchas distanciadas a 1,50 m. y alternadas,

con tirantes y sin tirantes; la armadura lleva, pues, en la cumbrera una correa de hilera que puede sostener en su centro la carga ocasionada por la falsa cercha sin tirantes. La fórmula $\frac{PL}{4}$ dará, según el peso de la cubierta, la resistencia que habrá que dar a esta correa. Las cerchas están simplemente unidas entre sí por el enlistonado, que forma así un gran número de pequeñas correas de hierro T de 35 $\times$ 40, suficiente para sostener la teja mecánica, cuyo peso medio es de 42 Kg. por metro cuadrado.

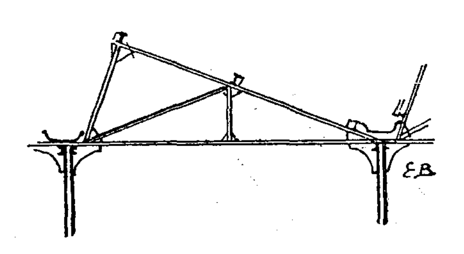


Fig. 275.

Se hacen también cerchas shed con manguetas oblicuas o perpendiculares al par; en las figuras 275 y 276 presentamos dos ejemplos con manguetas oblicuas; más adelante, a propósito del cálculo gráfico, veremos las cerchas con manguetas perpendiculares al par.

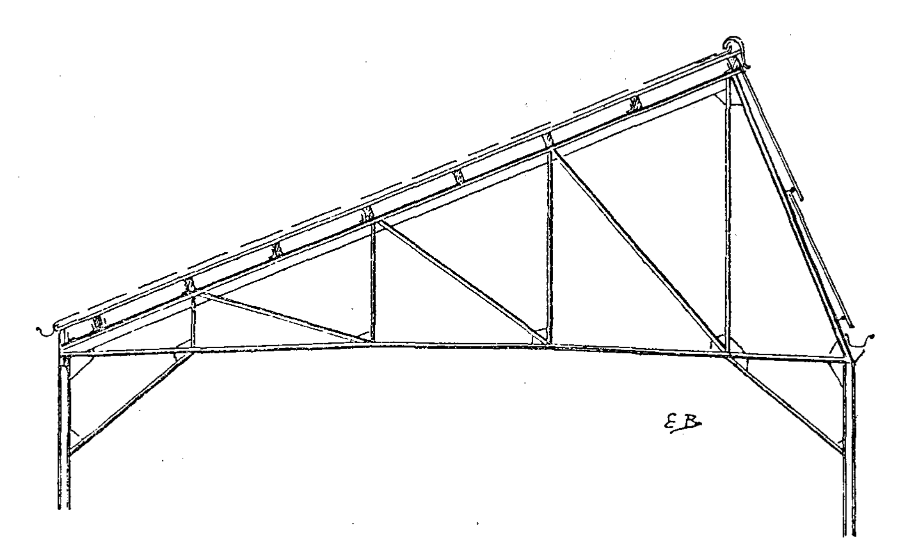


Fig. 276.

Detalles diversos de las cubiertas en diente de sierra

Las figuras 277 a 280 dan los detalles de composición y de ensambles de un cuchillo shed por la parte exterior cuando

se trata de una extremidad. Estos detalles representan las

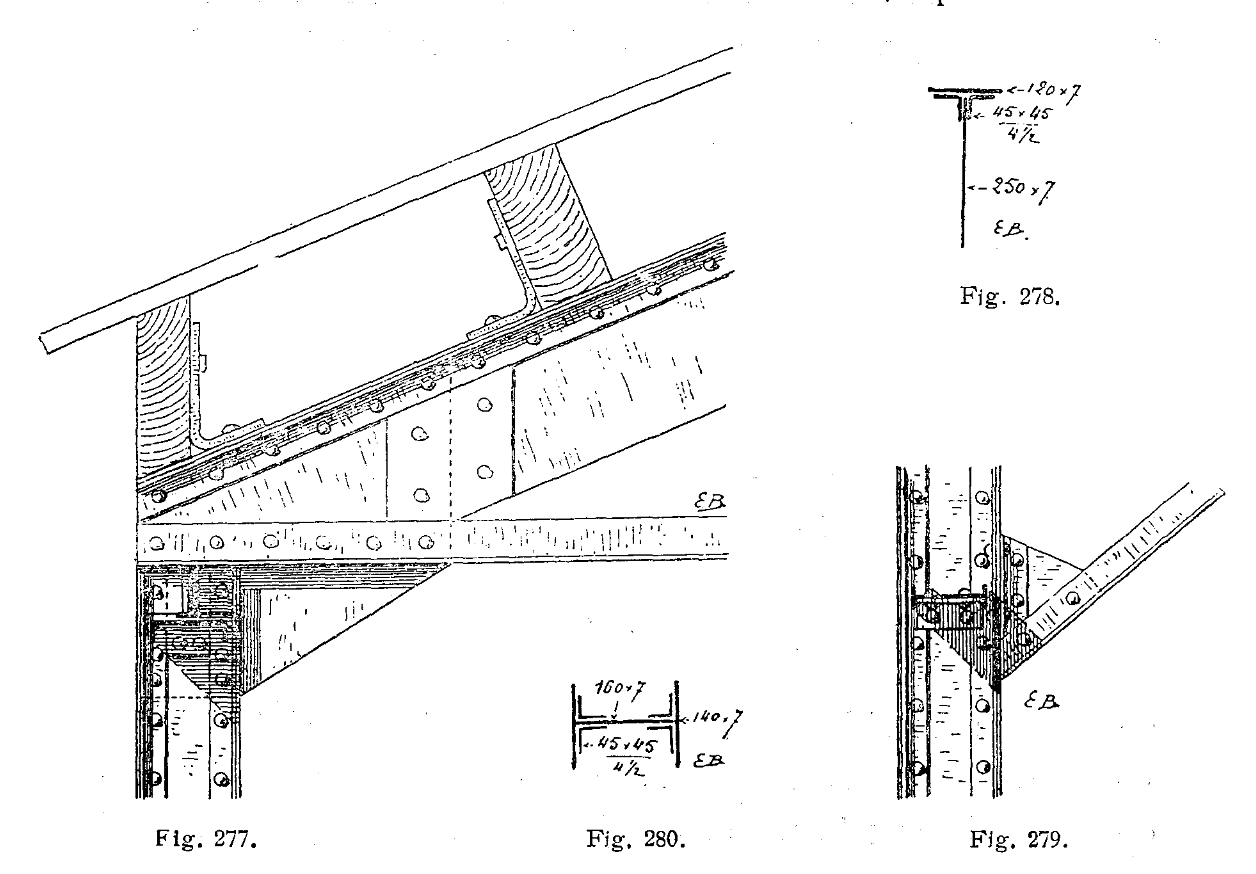


Fig. 277. Fig. 278. Fig. 279. Fig. 280.

uniones del ángulo inferior con una carrera destinada a recibir un tabique; la sección del par; el pie derecho con una

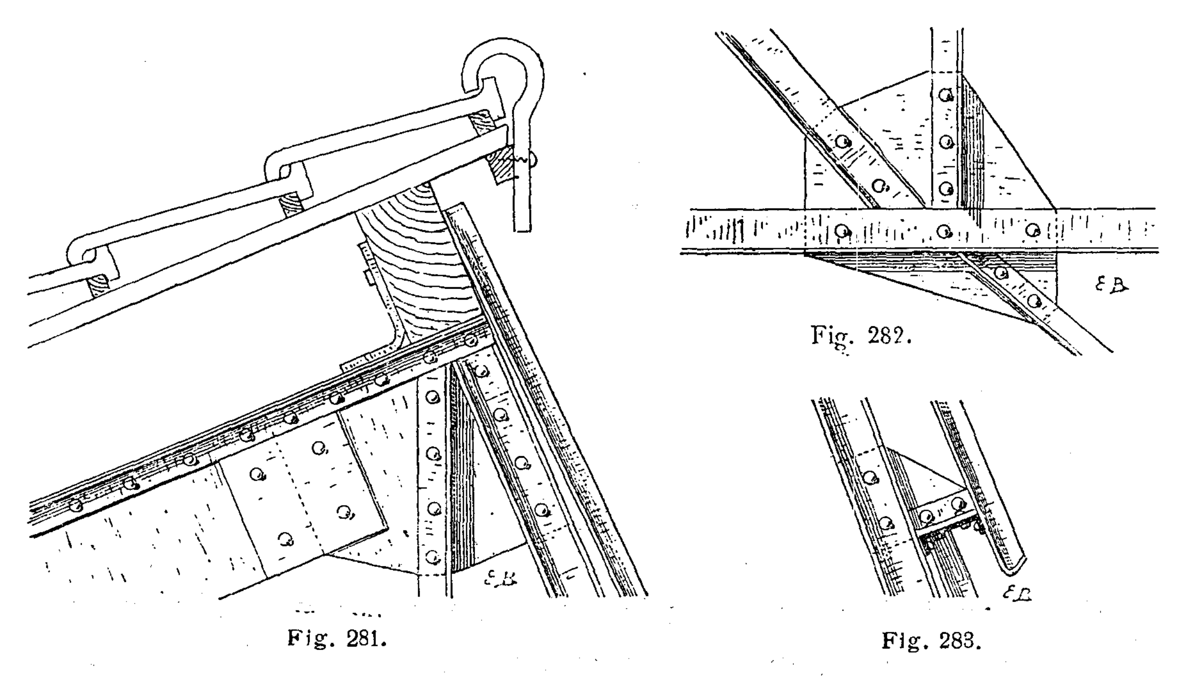


Fig. 281. Fig. 282. Fig. 283.

riostra de tabicado y la unión de un jabalcón; finalmente, la sección del pie derecho.

La otra vertiente de la cubierta, más próxima a la vertical, está representada en las figuras 281 a 285. Hemos

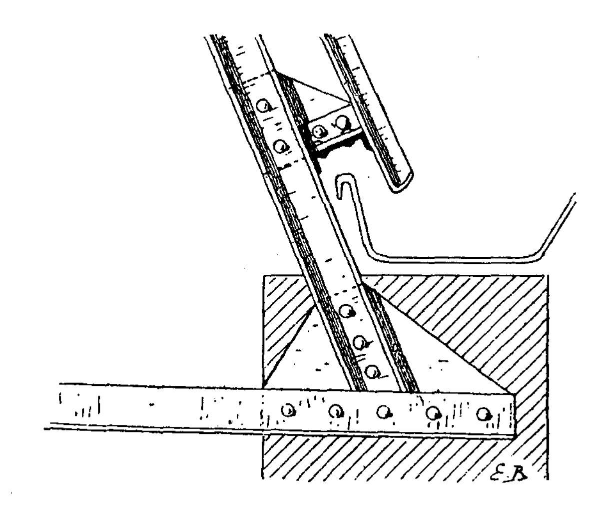


Fig. 284.

supuesto una cubierta de teja sobre entablado de 0,034 sostenido por correas de madera. Se han representado: la unión en la cumbrera; la unión del jabalcón, de la péndola, del

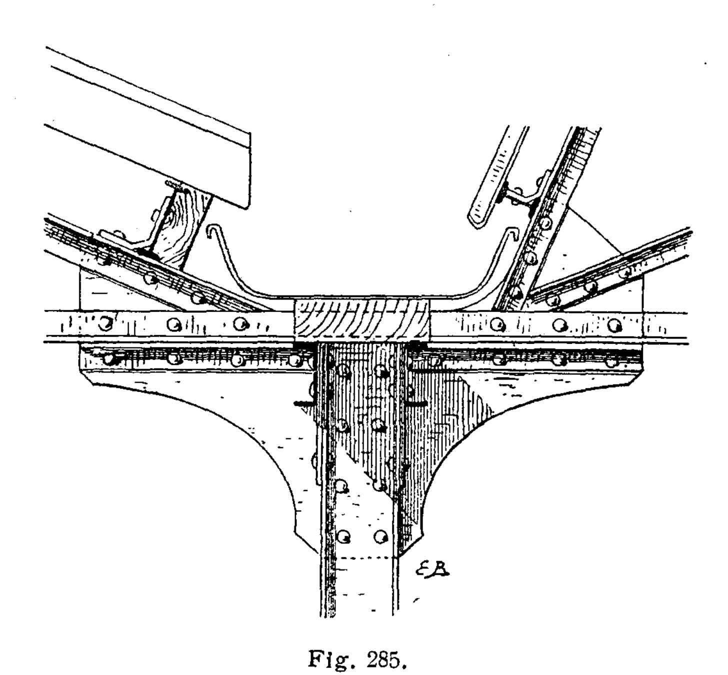


Fig. 285.

tirante y de la mangueta; la unión de una correa al par y al cabio; el apoyo sobre el muro con canalón de fundición, y finalmente, el apoyo sobre pie derecho intermedio, también con su canalón.

Detalles generales

La figura 286 representa el ensamble de cumbrera de una cercha simétrica con pendolón y la figura 287 una unión de mangueta y péndola sobre el par.

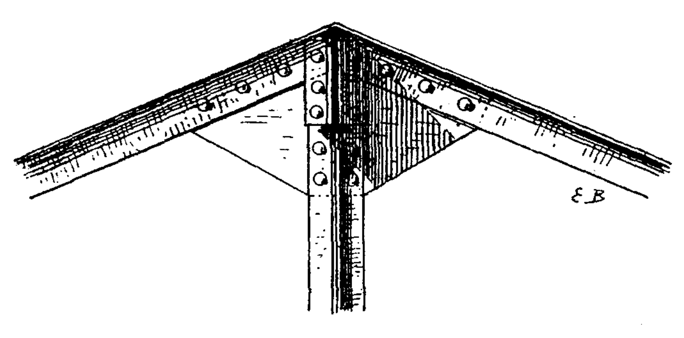


Fig. 286.

Por medio de recortados se puede atenuar un poco lo que tiene de excesivamente tosca la construcción de hierro; así,

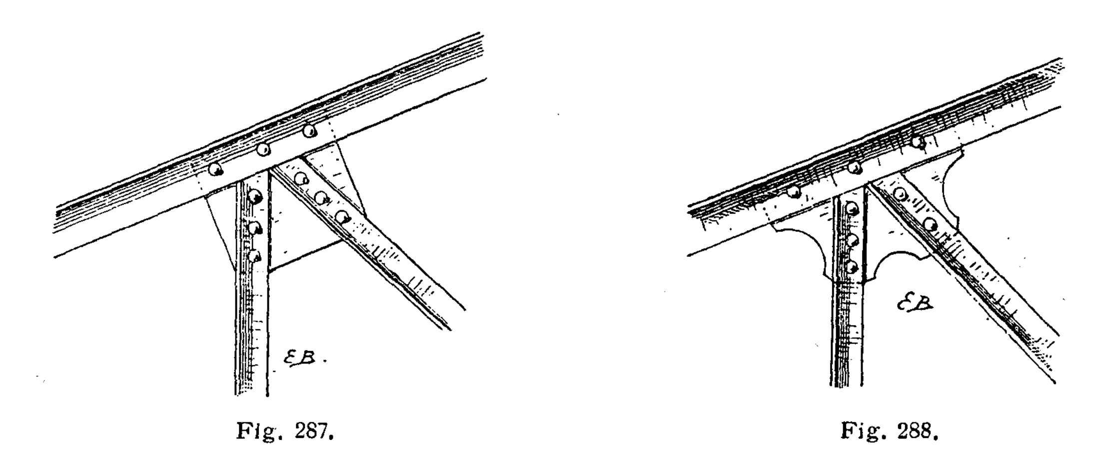


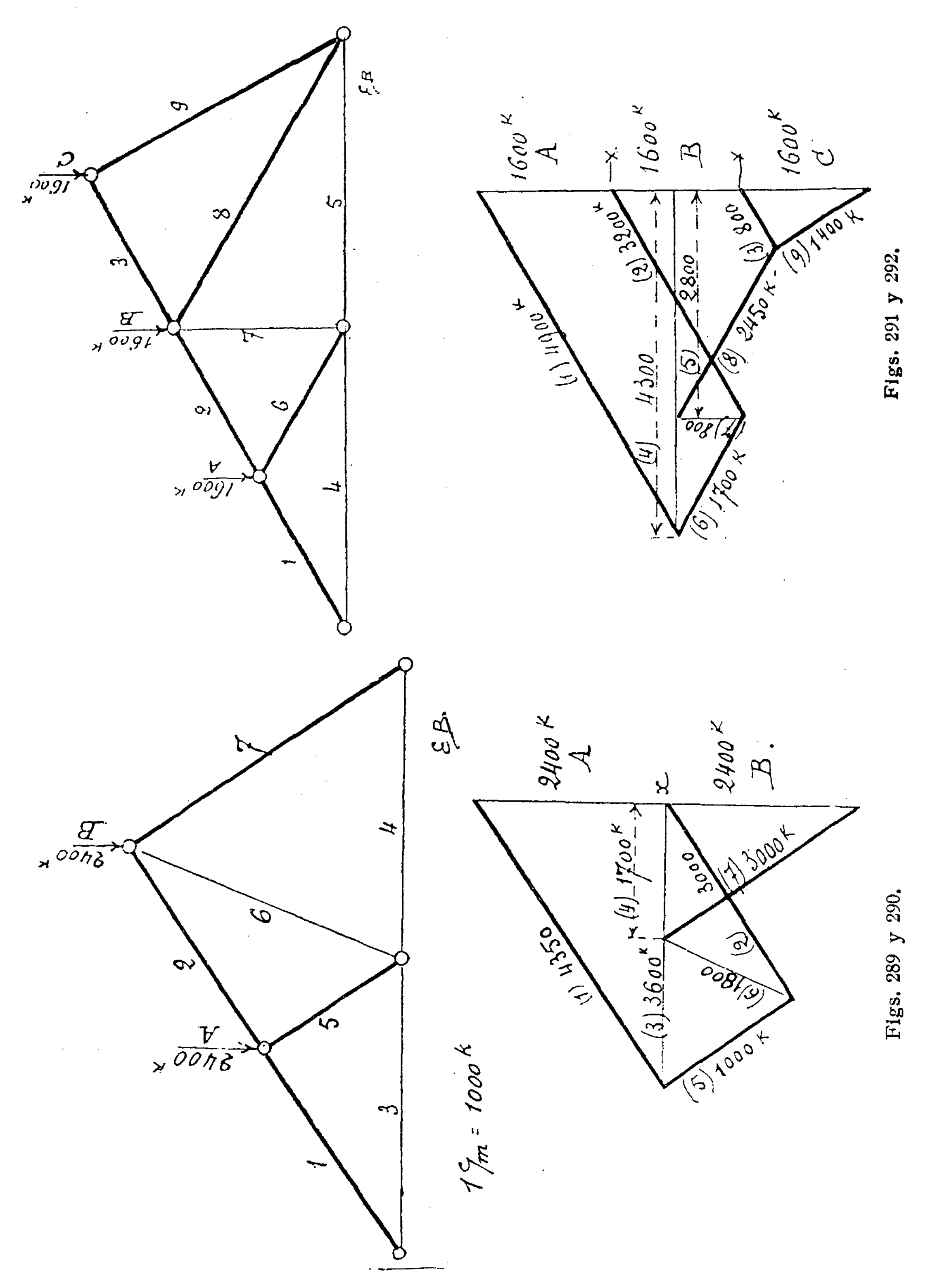
Fig. 287. Fig. 288.

por ejemplo, las cartelas pueden ser recortadas y vaciadas como se indica en la figura 288.

Cálculo gráfico de las cerchas en diente de sierra

Suponiendo la igualdad de las reacciones sobre los puntos de apoyo, para el primer ejemplo (figs. 289 y 290), llevaremos las cargas sobre la vertical y después trazaremos las paralelas a las diversas barras, como en los casos anteriores.

Este primer ejemplo es de mangueta perpendicular al par; he aquí otro con manguetas oblicuas (figs. 291 y 292),

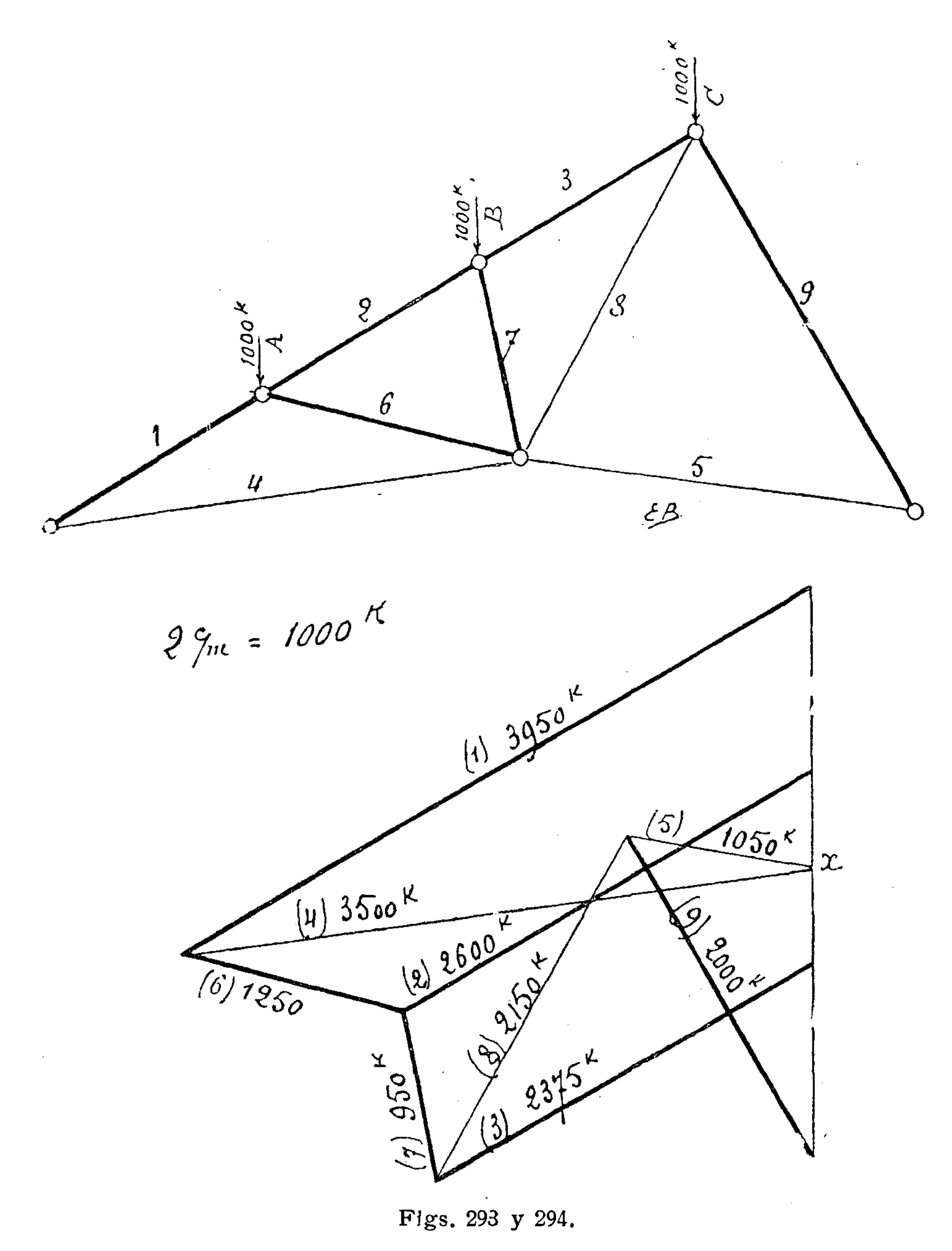


Figs. 291 y 292.

Figs. 289 y 290.

siendo aplicable el mismo modo de trazado, modificado solamente por las direcciones distintas que resultan de la disposición particular de la cercha.

Las manguetas pueden presentar una oblicuidad cualquiera: por ejemplo, se puede dividir el par en tres y el tirante en dos longitudes iguales; es el caso representado en nuestras figuras 293 y 294. Las cargas se llevan siempre de

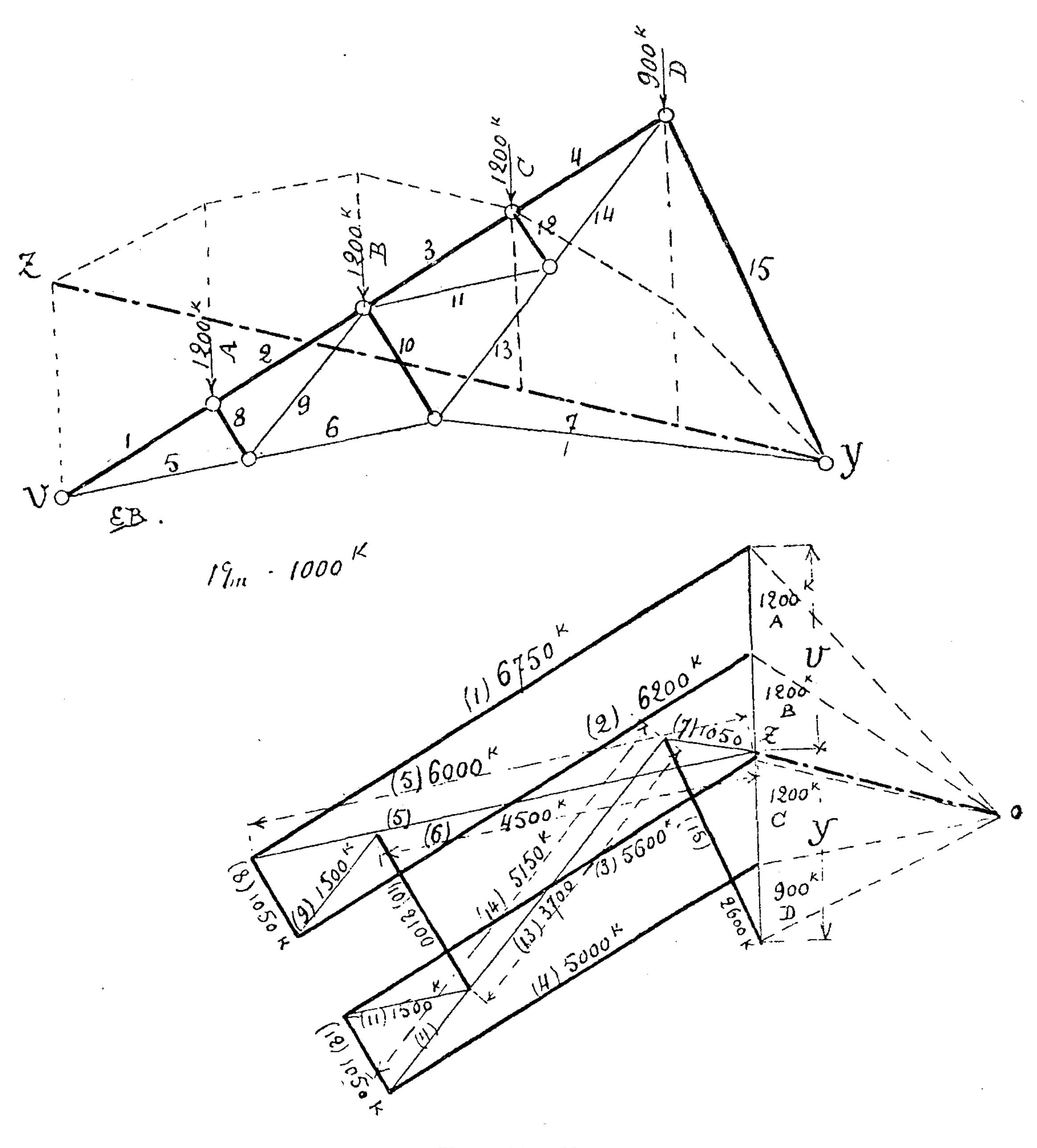


Figs. 293 y 294.

la misma manera sobre la vertical y las paralelas a las barras fijan la importancia de los esfuerzos en éstas.

En los ejemplos que anteceden hemos supuesto que las reacciones sobre los puntos de apoyo eran iguales, pero no siempre ocurre así, y en caso de desigualdad, es preciso buscar el punto de donde deben partir las paralelas a los tirantes.

El cuchillo shed, género Polonceau (figs. 295 y 296), nos va a servir para examinar la manera de encontrar el punto de partida Z de las paralelas a los tirantes que fijarán la importancia de los esfuerzos para cada pieza.



Figs. 295 y 296.

Sumando las cargas conoceremos la suma de las dos reacciones o cargas sobre los puntos de apoyo. Para fijar su importancia recíproca, desde un punto o tomado arbitrariamente como polo, formamos el diagrama polar trazando radios vectores que vayan a parar a dicho polo o. Después,

sobre el esquema de la cercha, en el que previamente habremos levantado verticales sobre cada nudo, trazamos paralelas a cada uno de estos vectores, deteniéndolas sucesivamente en cada una de las verticales correspondientes a los nudos, lo que nos dará el polígono funicular de las cargas. En seguida uniremos los dos puntos extremos por una recta (*YZ* en nuestro dibujo), y después, desde el punto *o* trazaremos una paralela a esta línea *YZ* hasta la vertical de las cargas. El punto *Z* así obtenido será el punto de partida de las dos líneas paralelas a las barras que forman el tirante, y que por

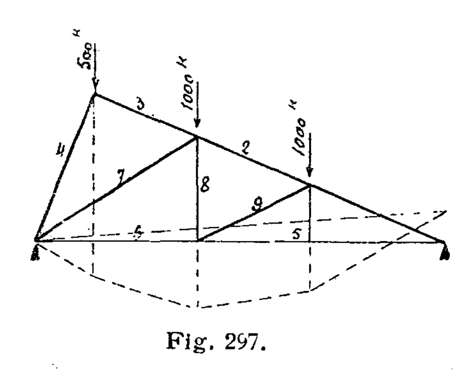


Fig. 297.

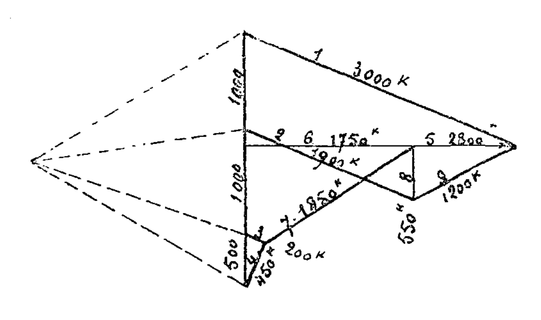


Fig. 298.

su intersección con las paralelas a los pares fijarán la importancia de los esfuerzos impuestos a estas barras.

Asimismo, desde este punto *Z* podremos medir con la escala de fuerzas escogida las reacciones sobre los puntos de apoyo *V*, *Y*.

El método es el mismo para un cuchillo con péndolas y manguetas, como se ve por las figuras 297 y 298; es siempre el mismo trazado del diagrama polar con el punto *o* colocado en un sitio cualquiera y de las paralelas que forman el funicular.

Cerchas diversas

Armaduras de cubiertas para hangar

Los hangares son construcciones ligeras, generalmente abiertas, que sirven de abrigos, depósitos, etc.

Pueden ser con dos vertientes o con una sola, y se construyen a menudo de madera.

El sistema Pombla de que ya antes hemos hablado se presta a esta clase de construcción.

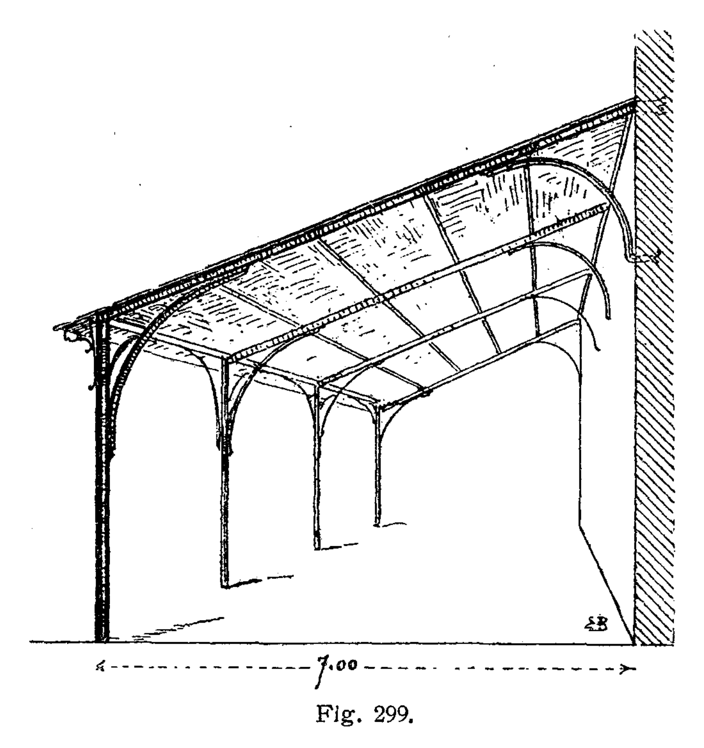


Fig. 299.

Cuando se construyen con hierros, los hangares se ejecutan con angulares y hierros en T; algunas veces si tienen cierta importancia pueden construirse con hierros doble T

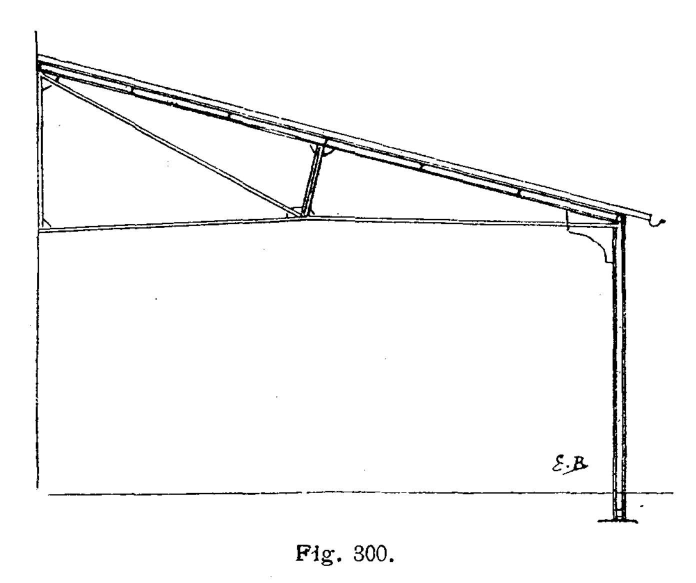


Fig. 300.

(figura 299); las pequeñas cerchas aliviadas por consolas, empotradas en mampostería o sostenidas por pies derechos, llevan las correas distanciadas a 1,25 hasta 1,50 m. aproximadamente.

La cubierta de los hangares es siempre ligera, de zinc, y algunas veces de cartón embetunado.

Se construyen también hangares de mayores dimensiones, bien sea con una sola vertiente como en nuestro ejemplo

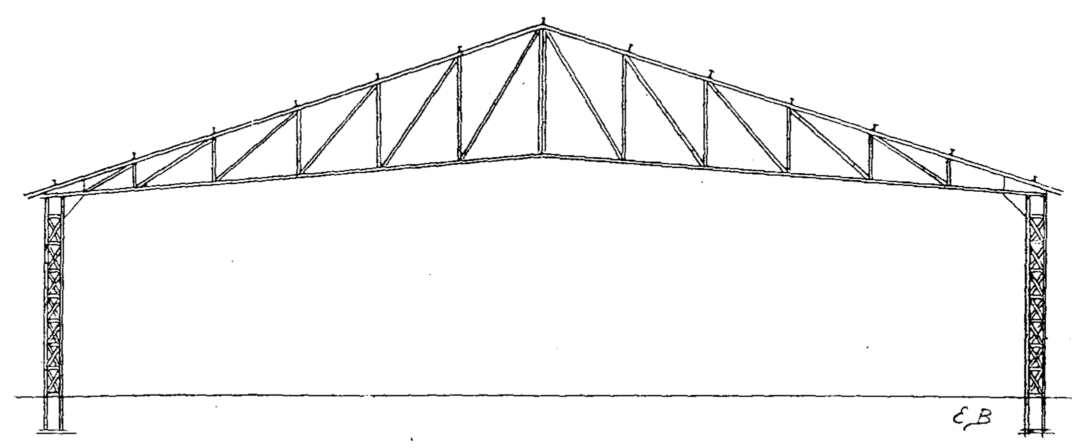


Fig. 301.

de la figura 300, bien sea con dos vertientes como en el modelo de la figura 301.

Para estas armaduras puede recomendarse la cubierta de chapa ondulada o de fibrocemento, cuyo peso es poco considerable.

CUCHILLOS POLIGONALES PARA CUBIERTAS

Esta cercha, generalmente empleada entre muros sólidos, es susceptible de proporciones bastante grandes, pero generalmente se aplica a pequeñas luces.

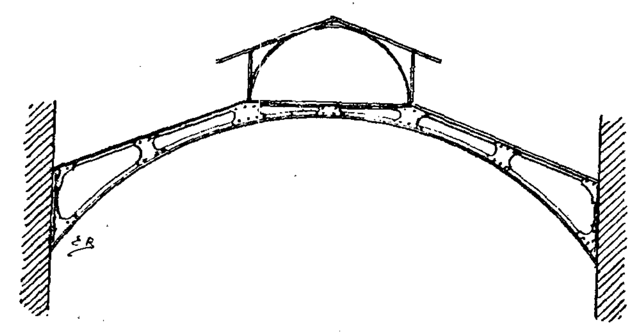


Fig. 302.

Nuestra figura 302 es una aplicación para una luz de 7 m.; un arco rebajado de hierro T de 0,055 × 0,060 m., está

reunido por cartelas al cordón superior asimismo en T. La figura 303 da una solución con cerchas rectas.

Si por consecuencia del derribo de un edificio adosado que daba al muro una resistencia suficiente para el empuje,

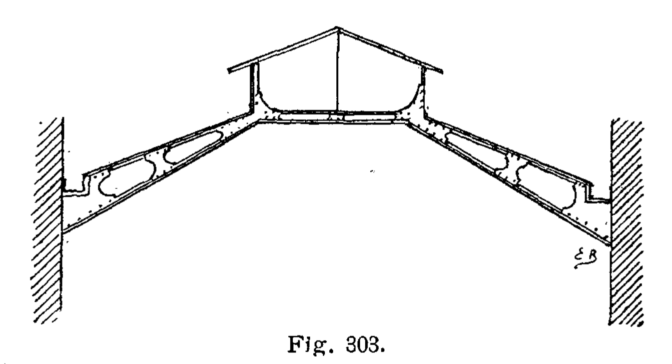
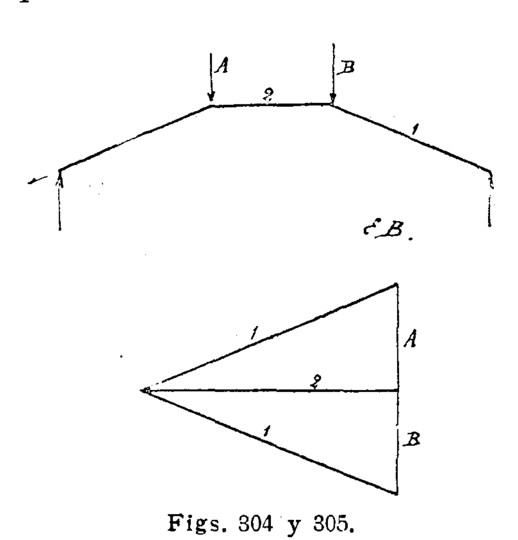


Fig. 303.

nos encontráramos privados de este punto de apoyo, se puede siempre aplicar un tirante, fijándolo a las cartelas inferiores de arranque.

CÁLCULO GRÁFICO DE LAS CERCHAS POLIGONALES SIN TIRANTE

En el ejemplo que sigue hemos supuesto que los muros que llevan las cerchas son suficientemente sólidos para soportar el empuje, y que las cerchas no tienen tirante.



Figs. 304 y 305.

El diagrama (figs. 304 y 305) se trazará como los precedentes, llevando las cargas, con una escala escogida, sobre una vertical y trazando paralelas a las barras de la manera dicha; así se verá que sólo existen piezas comprimidas.

Hay que observar que, considerada con sólo las líneas del esquema, una cercha de esta clase es esencialmente deformable; debemos llamar, por lo tanto, la atención de los constructores sobre la necesidad de asegurar la rigidez de los ángulos de manera que se evite toda deformación.

El empuje de cada cercha sobre los muros es igual a la compresión de la barra *2*, y si se añadiera un tirante el esfuerzo de tracción en esta nueva barra sería igual a la misma compresión que en este trozo *2* de par horizontal.

CERCHAS CON HIERROS DOBLE T

Las cerchas se construyen igualmente con hierros doble T (fig. 306).

Todos los hierros, compuestos de partes rectas divididas y cortadas según los ángulos, están reunidos, por lo pronto,

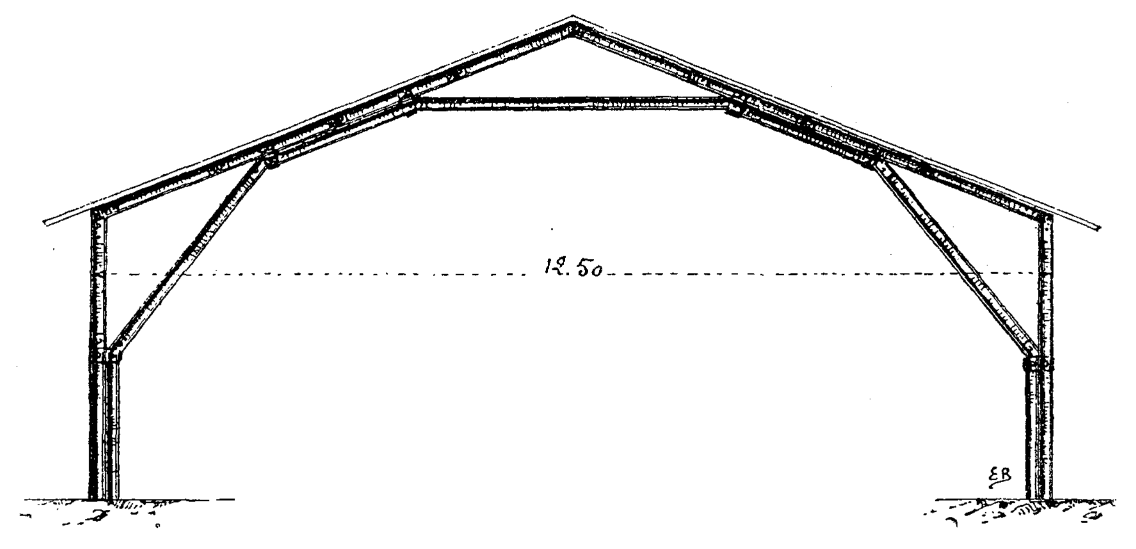


Fig. 306.

por medio de pletinas acodadas, después se reúnen entre sí por bridas de hierro de buena calidad de 0,010 m. de espesor apretadas con pernos (figura 307).

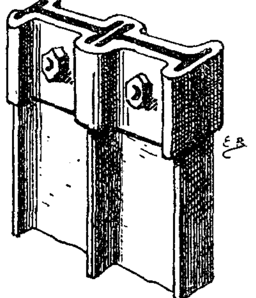


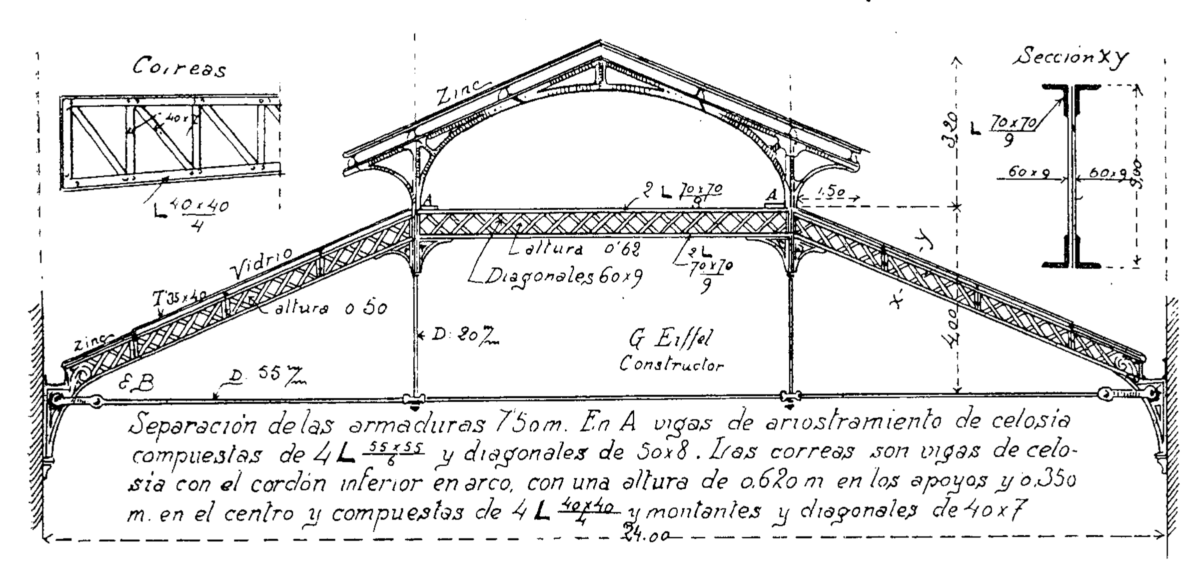
Fig. 307.

Obsérvese que el pie derecho compuesto con dos hierros doble T ofrece una resistencia bastante grande; se le puede, por lo tanto, dar un fuerte empotramiento, aproximadamente $^{1}/_{6}$ de la altura del pie derecho propiamente dicho, con el fin de hacerlo trabajar como empotrado.

CERCHAS POLIGONALES CON PARES DE CELOSÍA

Para grandes luces, estas cerchas se construyen con pares de celosía, con pendolones debajo del linternón y con tirante horizontal.

He aquí la composición para una cercha de 24 m. de luz entre muros, dividida en tres partes iguales de 8 m.: una horizontal en el centro (cubierta por el linternón) y dos inclinadas (figs. 308, 309 y 310).



Figs. 308, 309 y 310.

El par, de 0,50 m. de altura para la parte inclinada y 0,62 m. para la parte horizontal, está construído de celosía, con hierros planos de 60 × 9 mm. sujetos por cuatro angulares de 70 × 70 × 9 mm.

La cercha lleva correas distanciadas horizontalmente en 2,0 m., y de una longitud de 7,50 m.

Las correas están compuestas como sigue: para las correas de arriostramiento *A*, con cuatro hierros de ángulo de 55×55×6 y crucetas de pletina 50×8; las demás correas están construídas con cordón inferior en arco y tienen aproximadamente 0,58 m. de altura en su unión con la cercha y 0,35 m. en el centro. Están formadas por elementos en N.

Los pendolones de suspensión son de hierro redondo de 0,020 m., y el tirante horizontal de hierro redondo de 0,055 m. de diámetro.

CERCHAS DECORADAS

El empleo de la chapa recortada en la decoración de los cuchillos para cubiertas, ofrece al constructor grandes recursos.

Damos de ello un ejemplo aplicado a la forma poligonal en la figura 311; la parte horizontal es recta, calada y refor-

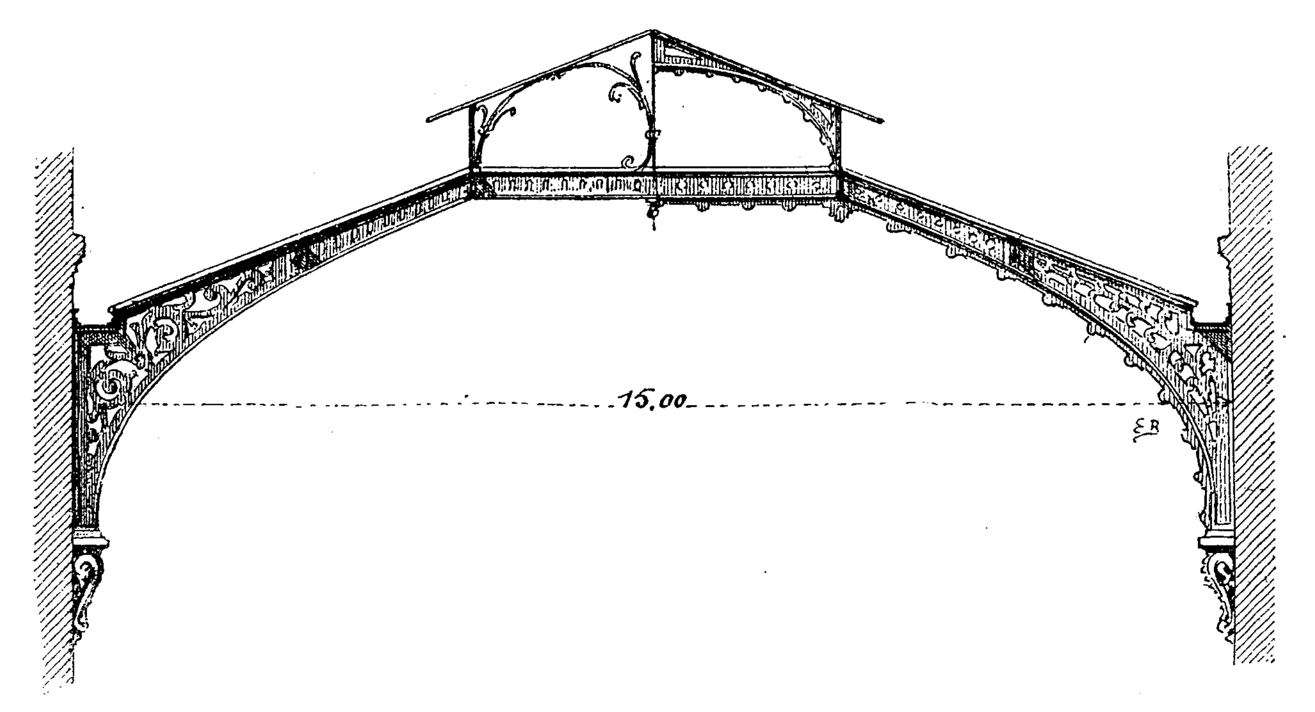


Fig. 311.

zada con cuatro angulares; los pares, en forma de grandes consolas caladas, están igualmente armados de angulares; el apoyo de la cercha se efectúa sobre una consola de fundición empotrada en el muro.

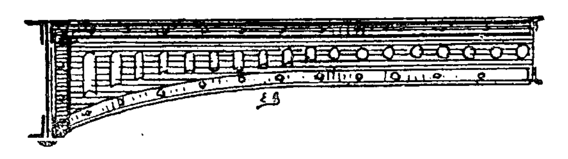
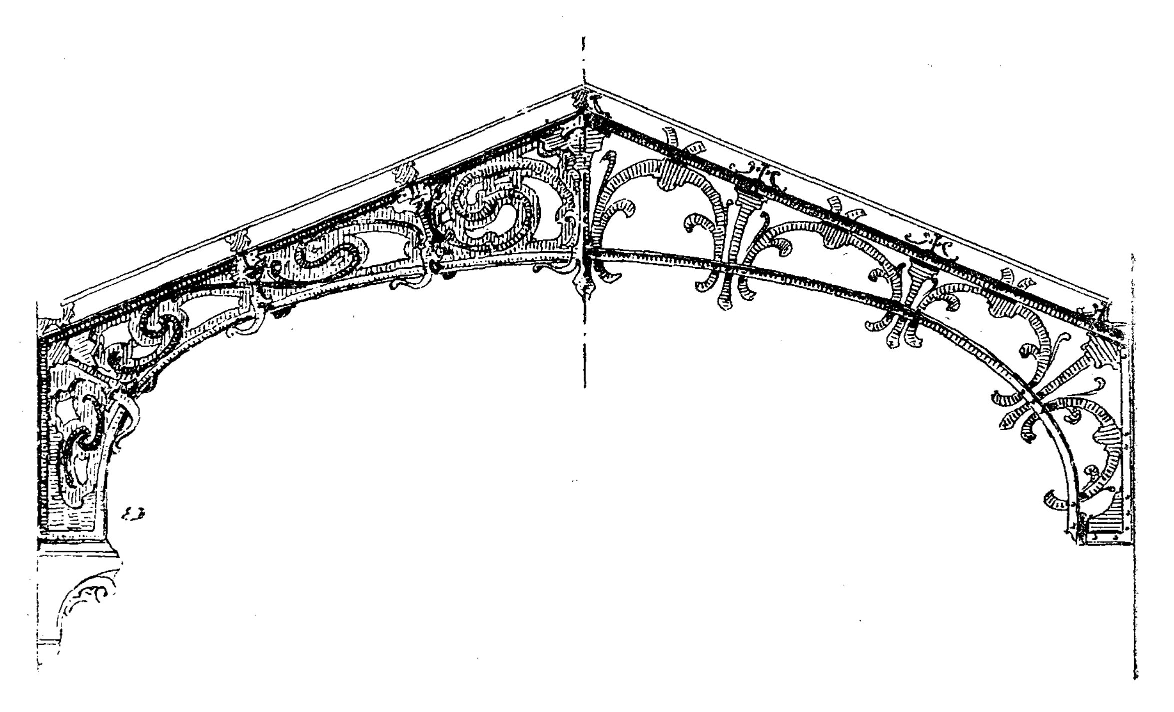


Fig. 312.

Las correas (fig. 312), asimismo de chapa calada, están compuestas de la misma manera (más adelante damos todas las dimensiones de esta cercha).

Esta construcción, que convendría admirablemente para una cubierta cuadrada de pabellón, puede ser utilizada, asimismo, con faldones en los extremos sobre planta rectangular.

La que nosotros presentamos tiene una longitud de 25 m., o sean 5 tramos de 3 m., más los dos faldones de 5 m. que dan un total de 25 m.; un canalón de hierro compuesto de: fondo 400 × 5, lados 200 × 3,5 y angulares de unión



Figs. 313 y 314.

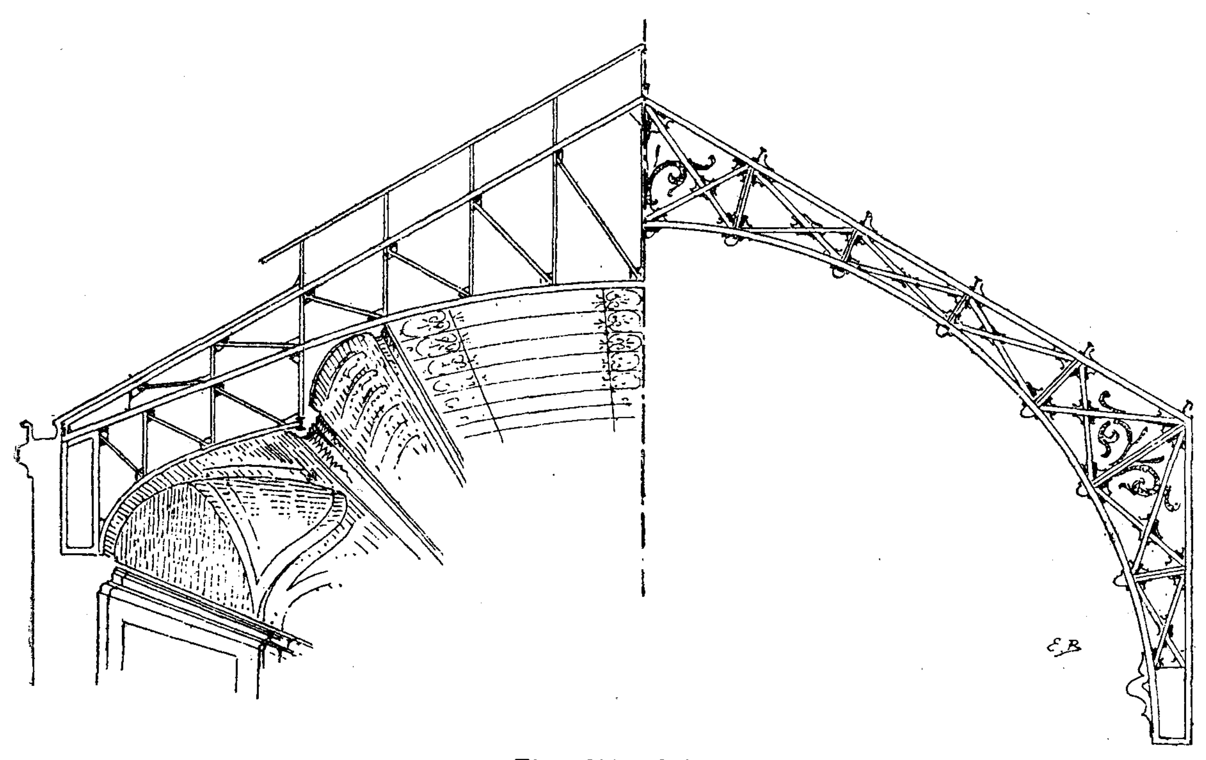
35 × 35 × 5, guarnecido con molduras de hierro, recorre todo el contorno y está sostenido en el intervalo entre cerchas por consolas decoradas de hierro o de fundición.

Las cerchas son de chapa, de 0,006 m. de espesor, armada en su parte alta con angulares de 50 × 50 × 6 mm., que se dejan pasar por encima del canalón, de manera que no produzcan empuje sobre la pared vertical de éste. La parte inferior de la cercha está armada con dos angulares de la misma fuerza, decorándose la cara plana del interior por un perfil bastante saliente que disimule la junta de los dos angulares y del alma y dé una forma menos seca.

Las correas son de chapa de 0,0025 m., armadas con angulares 35 × 35 × 4,5 mm.

El mismo sistema de decorado se aplica a las correas.

En la construcción decorativa de cerchas y correas las molduras, medias cañas, pletinas achaflanadas, se emplean también para el guarnecido inferior, en particular cuando se



Figs. 315 y 316.

deja que la chapa sobresalga hacia el interior, como lo indica nuestra variante representada en el costado derecho de la figura; se comprende que los angulares con sus líneas bruscas no serían de buen efecto.

De una manera general, el mejor método para obtener un buen calado, entendiendo por ello un calado que trabaje bien, consiste en trazar la cercha, la correa o la vigueta, cruzarla como si debiese estar construída en celosía y buscar su dibujo respetando en lo posible el cruzamiento (figs. 313 a 316).

Cercha poligonal mixta

La forma poligonal se presta también al empleo simultáneo del hierro y de la madera, haciendo trabajar a los materiales en las mismas condiciones que en la armadura Polonceau mixta que hemos dado en la figura 201. En nuestro ejemplo (figura 317) el tirante de hierro es horizontal, y el puente o falso tirante superior es de madera.

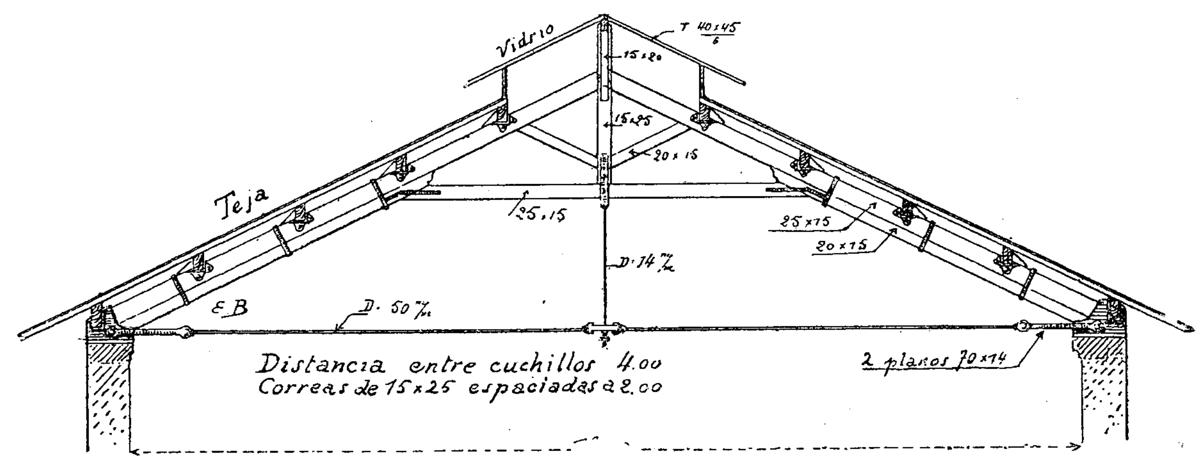


Fig. 317.

Cubiertas en arco

La forma en arco es una de las más favorables, tanto desde el punto de vista de la altura libre por el interior como por la estabilidad bajo la acción del viento. Desde el punto de vista decorativo no es en nada inferior a las demás formas.

La figura 318 ofrece un ejemplo de ello: construída con chapas recortadas, la cercha está armada en su parte superior con angulares y la inferior es recortada y reforzada por dos hierros de media caña o por dos molduras.

El recortado de estas cerchas puede hacerse por punzonado con un punzón de pequeño diámetro que da a los contornos del dibujo un dentado muy fino, atenuado además por otra parte por la pintura.

La parte exterior de la cubierta está formada por el entablado y el recubrimiento, dispuestos, según convenga, en caballete para formar las vertientes.

La figura 319 representa una cubierta en forma de cúpula, más importante y también de un aspecto más ligero.

Nos ofrece la ocasión de hablar de un artificio de que se sirven a veces los constructores para dar a construcciones sólidas un efecto de elegancia y atrevimiento.

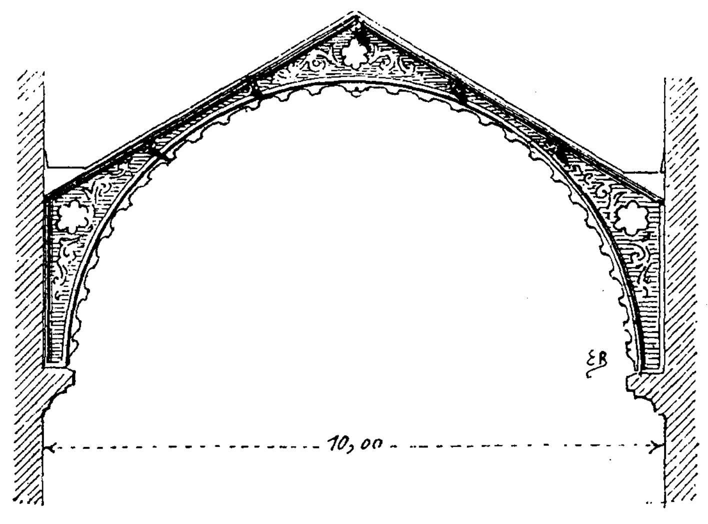


Fig. 318.

Este procedimiento consiste en disimular las partes pesadas ocultándolas en parte; así, en una cubierta, colocar las correas y cerchas por la parte de fuera es aligerar por el interior.

En nuestro ejemplo, hemos tomado un término medio; hemos tomado dos centros diferentes de manera que se corte el par diagonalmente, si podemos emplear esta expresión en el caso de una curva, y la cercha que empieza por no ser visible en el pie llega a la clave con toda su altura.

La inversa dará lugar a una segunda solución: empezará con la cercha con toda su anchura en la base para llegar a la clave con una altura aparente muy débil.

Se puede también dejar completamente la cercha al exterior.

La parte horizontal cubierta por un linternón lleva un

techo de vidrio. Más adelante hablaremos de estos techos de vidrio.

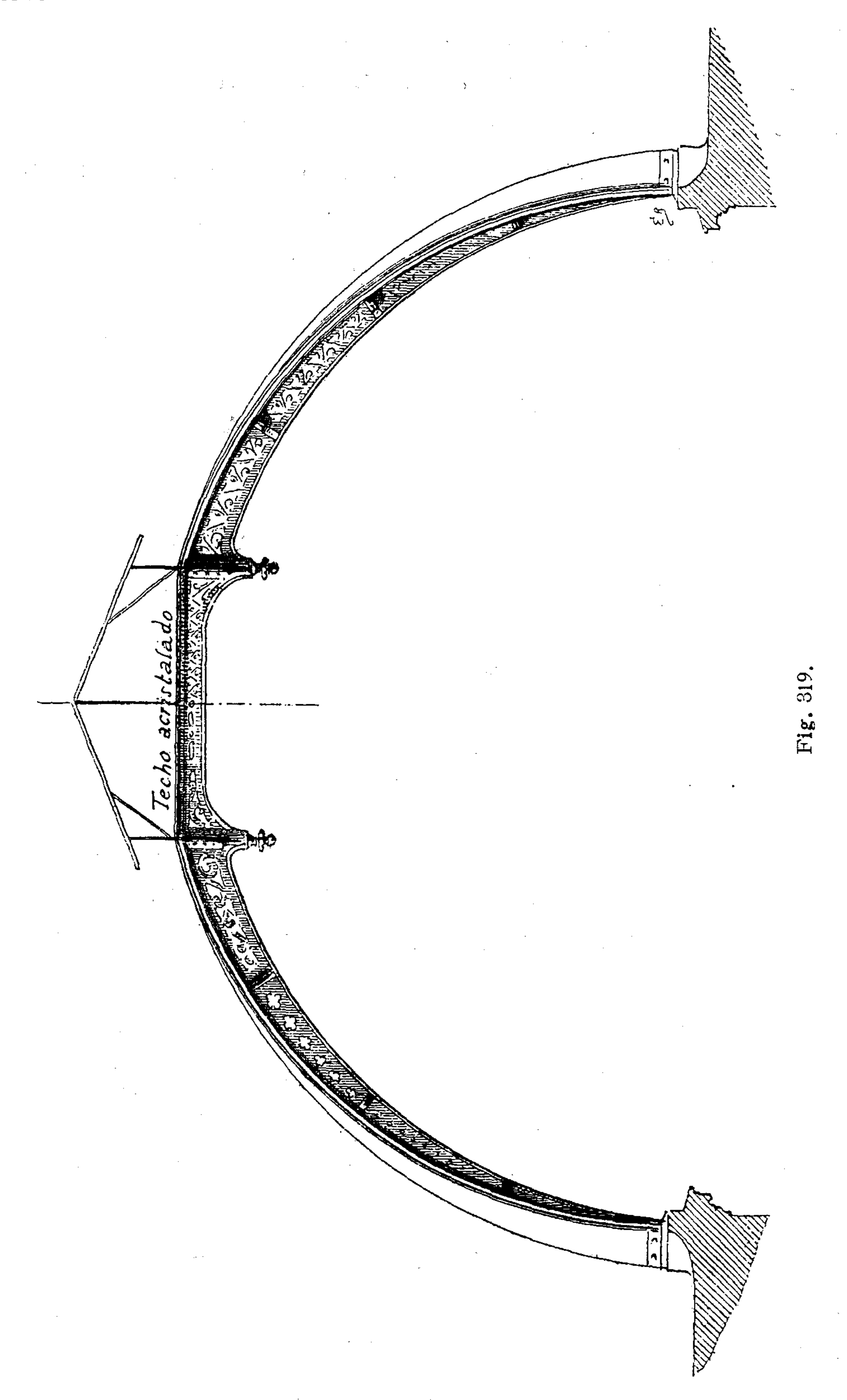


Fig. 319.

La forma ojival se presta también al decorado; nuestra figura 320 ofrece un modelo de gran ligereza; las cerchas

están construídas con dos hierros T reunidos por cartelas; las correas sobresalen hacia el interior y se decoran con piezas forjadas y remates.

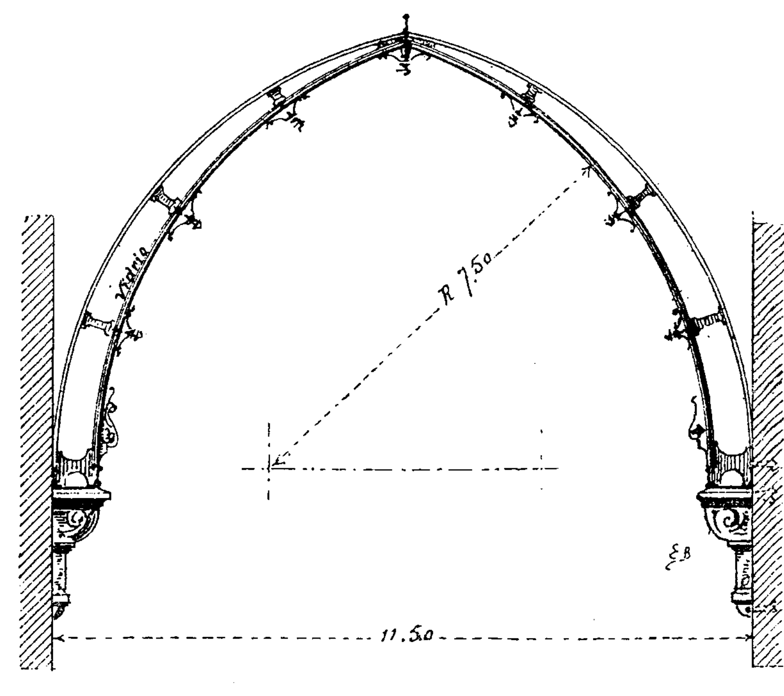


Fig. 320.

El arriostramiento o consolidación de los ángulos se hace también con hierro forjado arrollado (fig. 321); aunque

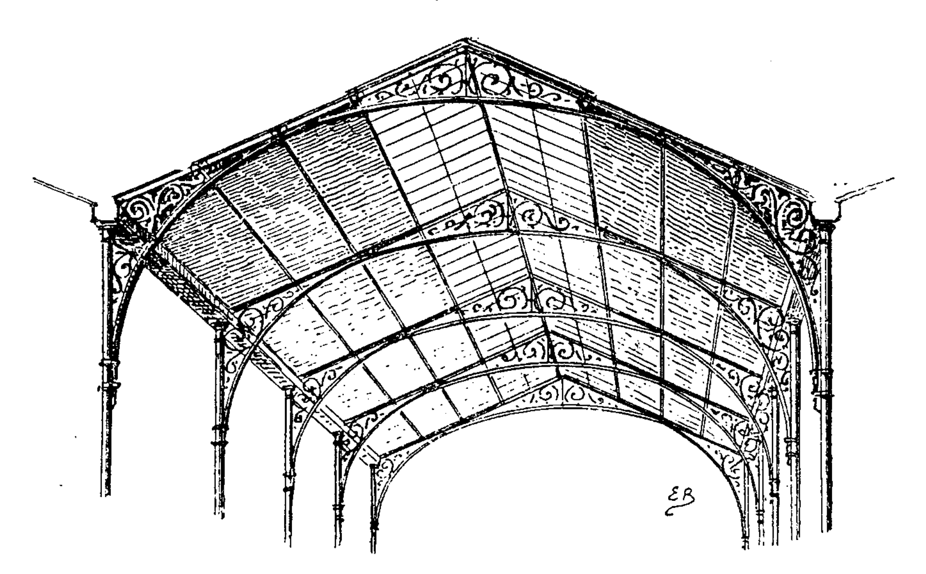


Fig. 321.

su trabajo de plano no se efectúe en las mejores condiciones, se le puede emplear por la facilidad con que se presta al decorado.

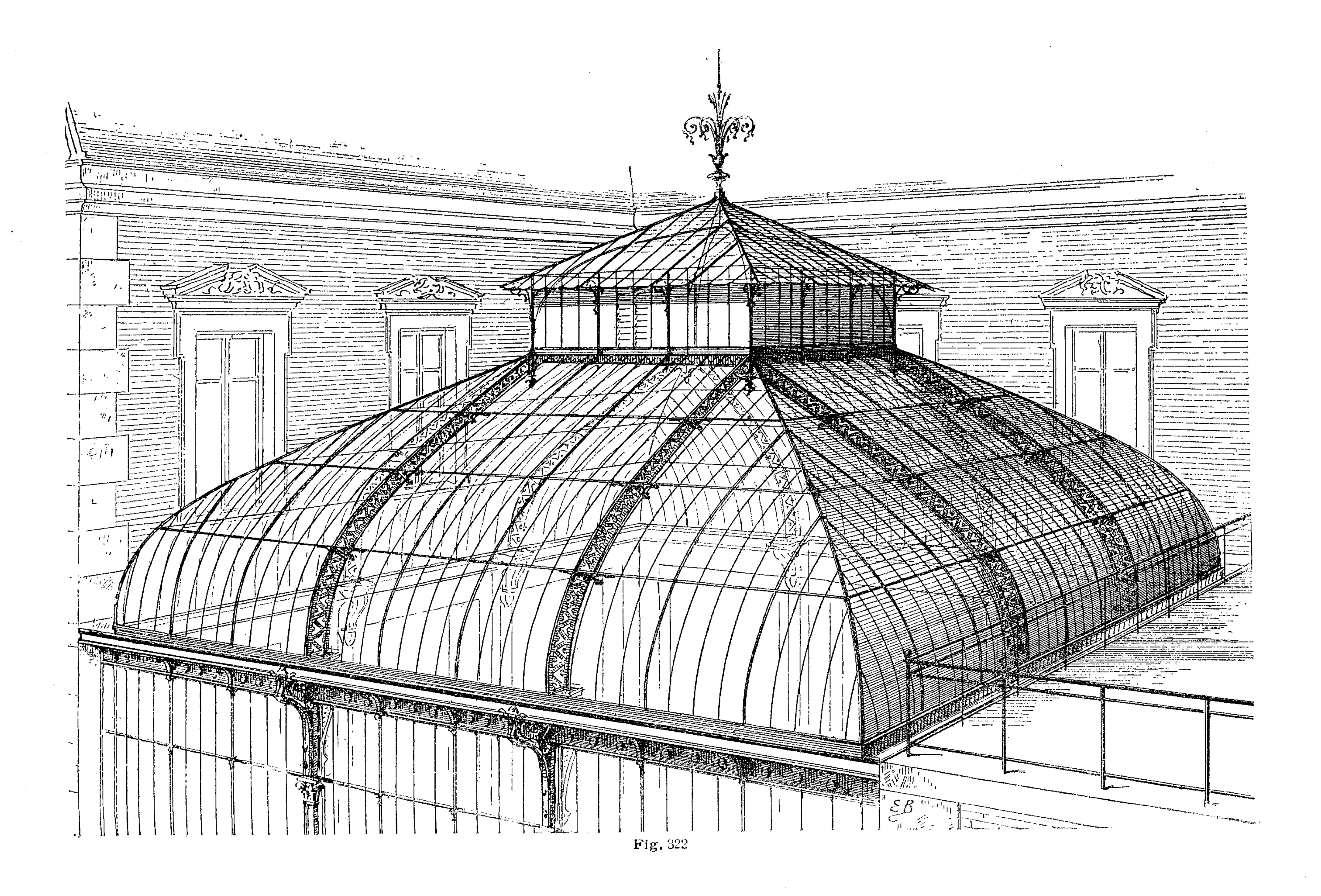


Fig. 322

En la figura 322 damos una aplicación de las cerchas caladas, que podría convenir, como ya hemos dicho, a la disposición representada en la figura 311.

Es inútil la descripción; la figura, en perspectiva, da a conocer todas las partes de la construcción.

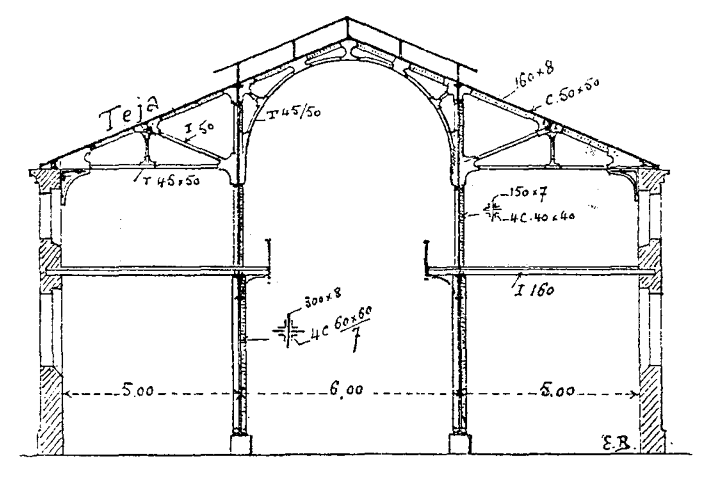
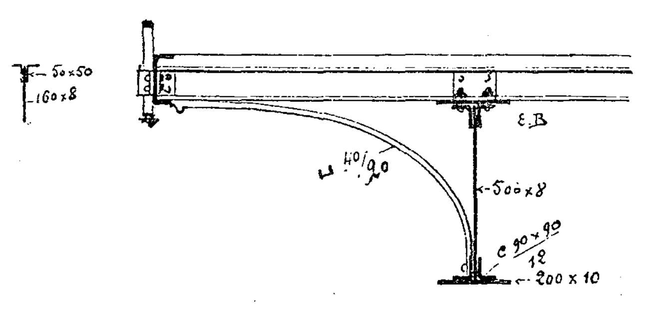


Fig. 323.

Haremos observar únicamente el recortado en V, que es una aplicación del método que hemos indicado anteriormente.

La forma de arco es empleada a veces al mismo tiempo que la forma triangular en una misma armadura; es el caso del ejemplo que presentamos en la figura 323, en la cual


Figs. 324 y 325.

hemos querido indicar una aplicación de pies derechos cruciformes de sección variable, según los pisos. Estos pies derechos se prestan admirablemente a los ensambles, tanto para las cerchas como para el arriostramiento, es decir, que en los dos sentidos por medio de riostras se puede unir una pieza cualquiera simple o compuesta. La figura 324 indica la sección de la cercha y la 325 la parte saliente para la galería.

La forma en arco puede construirse rígida empleando los hierros del comercio, combinados de modo que formen una armadura indeformable. He aquí dos ejemplos:

Para una luz de 6,05 m. en obra y 7,05 m. en el exterior de los muros hemos obtenido una cercha sólida empleando

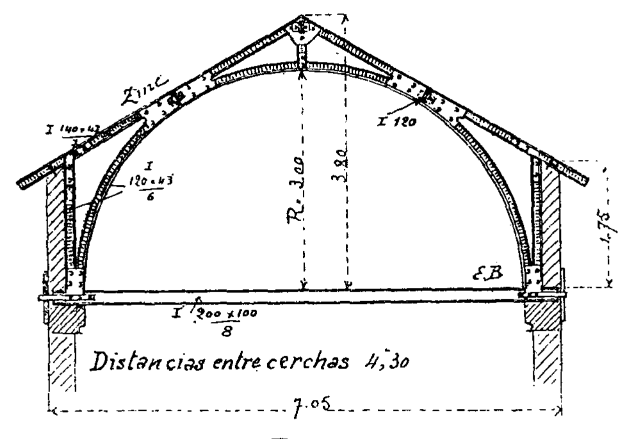


Fig. 326.

las escuadrías indicadas en nuestro croquis (fig. 326); para una luz mayor, la figura 327 indica las escuadrías de los hierros. En los dos casos hay un tirante que sostiene un suelo de madera, provisional, dejando así un piso suplementario. En

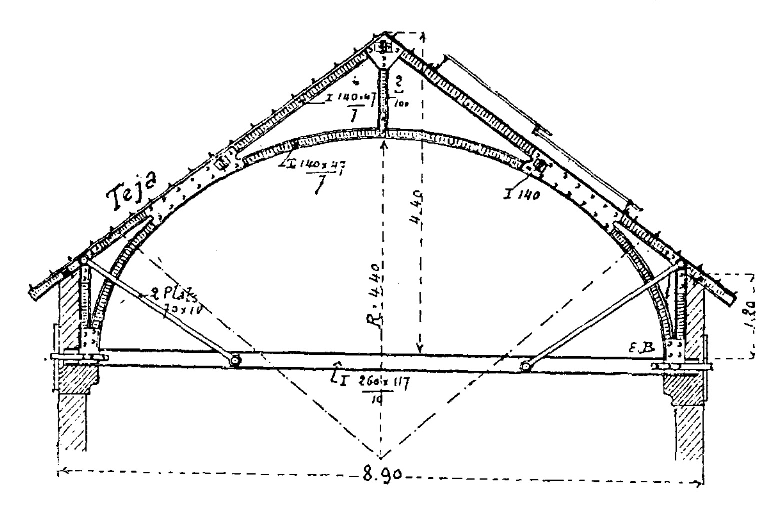
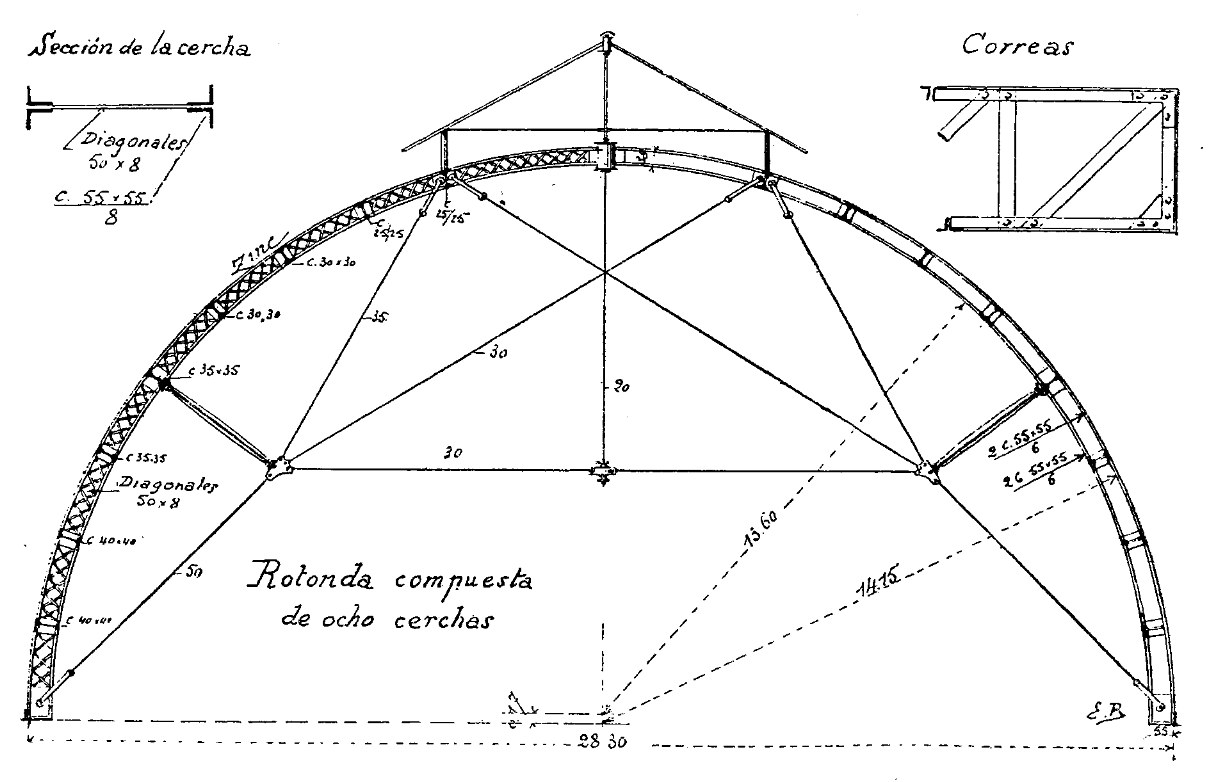


Fig. 327.

la figura 327 (separación de cerchas 4 m.) hemos indicado el caso de un tirante que sostiene un tabique y lo hemos contraventeado de manera que toda carga colocada sobre el tirante neutraliza el empuje de la cercha y, por el contrario, el empuje de la cercha trabaja para levantar el tirante.

Terminaremos este rápido examen de las cubiertas en arco por una cúpula (figs. 328, 329 y 330), a propósito de la cual haremos la siguiente observación: se ha creído conveniente disponer un sistema de tensores bastante complicado, y creemos poder decir que, dada la forma hemisférica, se puede suprimir sencillamente todo esto contentándose con



Figs. 328, 329 y 330.

hacer las correas bastante sólidas para desempeñar el papel de coronas tensoras; es decir, que el empuje de las cerchas al tender a deformarse sea contrarrestado por la tensión de las correas, que harán así el efecto de grandes zunchos circulares.

Armadura de cubierta con tirante superior y pies derechos metálicos

Este sistema ha sido empleado en la Exposición de 1867 con cerchas de 35 m. de luz, colocadas a 15,33 m. de distancia entre sí; estas cerchas han dado un resultado excelente.

Recordamos aquí este procedimiento porque estamos convencidos de que en gran número de casos el empleo del tirante superior puede prestar importantes servicios.

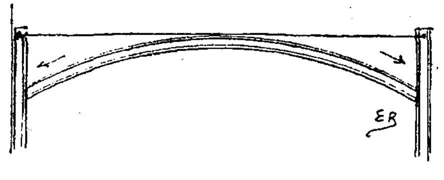
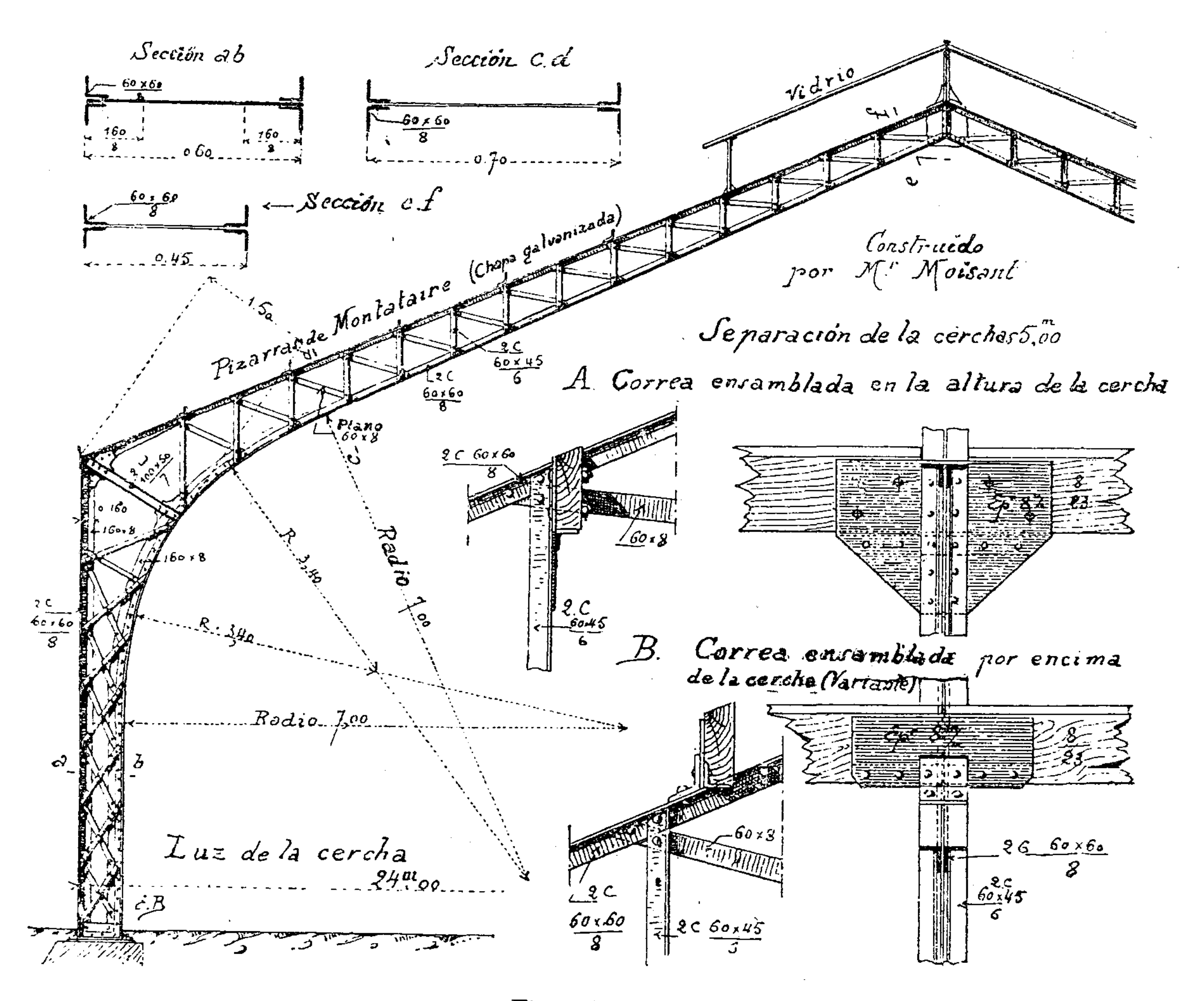


Fig. 331.

En este sistema los pies derechos soportan un esfuerzo de compresión y una flexión, pero tiene la ventaja de evitar el inconveniente del tirante colocado en el interior, y a veces se puede sacar partido ventajoso de esta solución (fig. 331).

Cerchas De Dion

Se ha hecho una aplicación de ellas en la Exposición de 1878 para cubrir los anexos de la galería de máquinas.



Figs. 332 a 333.

Esta cercha presenta la ventaja de dejar una gran altura libre y es notable por su elegante aspecto de sencillez y por la buena repartición de la materia. Damos un ejemplo de ella con detalles en las figuras 332 a 339. Obsérvese que hemos indicado para las correas dos disposiciones diferentes: en la *A* la correa, ensamblada en la altura de la cercha, enrasa con la parte superior del par; en la disposición *B* la correa queda enteramente por encima. Pueden también emplearse, si se desea, correas metálicas.

CÁLCULO GRÁFICO DE LAS CERCHAS SIN TIRANTE, LLAMADAS DE DION

La cercha De Dion (fig. 340) puede ser articulada o rígida.

En el primer caso la línea de presiones pasa siempre por el eje de las tres rótulas.

Las cargas que obran sobre este arco son transmitidas a los nudos de la armadura por medio de las correas; su intensidad y posición se encuentran indicadas esquemáticamente en la figura 340, dibujada a escala de 0,01 m. por metro, o sea 1/100. Tracemos la línea media *ABC*; supondremos que la cercha queda reducida a esta sola línea; el error cometido aquí es de poca magnitud dadas sus dimensiones transversales relativamente pequeñas con relación a la luz.

Busquemos el punto de aplicación de la resultante de las cargas y hagamos pasar por él la vertical *PR*; si la carga está uniformemente repartida es claro que esta línea debe pasar por el centro de la mitad de la distancia entre apoyos.

Tracemos finalmente la horizontal *CP* y la línea *PA*; estas dos rectas son, para el caso de carga simétrica solamente, las tangentes extremas de la línea de presiones.

Sobre una vertical cualquiera *ag* tomemos con una escala elegida arbitrariamente, por ejemplo, 0,01 m. por 1000 Kg., longitudes *ab*, *bc*, *cd*, etc., que representen la magnitud de las cargas que obran sobre la cercha a partir del

pilar hasta la rótula central. Tracemos la horizontal *go*, después la línea *ao* paralela a *PA*; la distancia *og* representa con la escala adoptada el empuje del arco; encontramos así para el ejemplo escogido que este empuje es igual a 2300 Kg.

Nos serviremos de esta distancia polar para trazar el polígono de las cargas; unamos, pues, el punto *o* con los *a*, *b*,

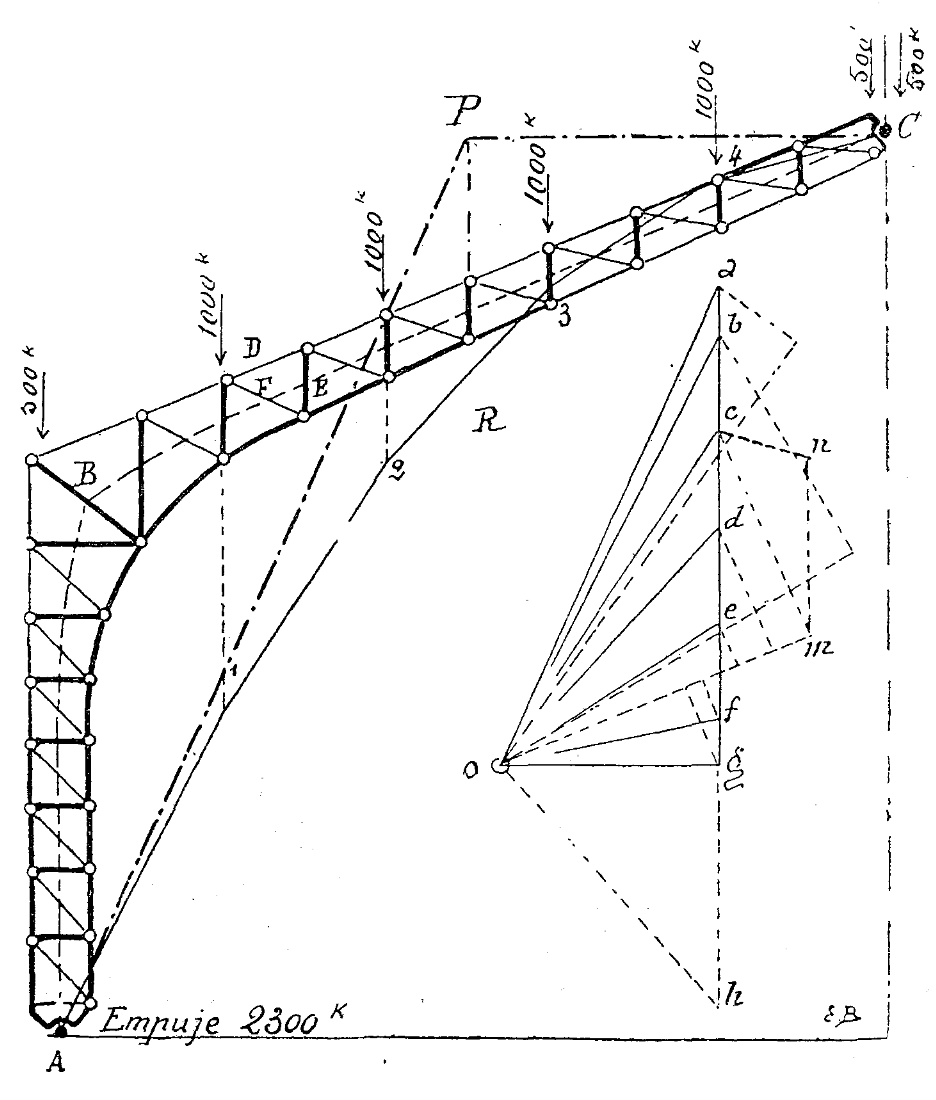


Fig. 340.

c, *d*, *e*..., después, a partir del punto *A* y en cada intervalo comprendido entre las verticales de las cargas, tracemos *A*, *1* — *1*,*2* — *2*,*3* — *3*,*4* — *4*, *C*, respectivamente paralelas a *ob* — *oc* — *od* — *oe* — *of*. Los momentos flexores se medirán en cada punto, como ya sabemos, por las longitudes de ordenada comprendidas entre la línea media *ABC* y la línea de

presiones *A*, *1*, *2*, *3*...; habiéndose hecho el trazado esquemático de la cercha con la escala 1/100 y siendo el empuje o distancia polar 2300 Kg., la escala de momentos será $100 \times 2300 = 230000$, es decir, que 1 mm. de ordenada representará un momento flexor de 230 Kgm.

Propongámonos, por ejemplo, calcular las tensiones en las barras *D*, *E*, *F* en un tramo de la cercha.

El momento flexor es $31 \times 230 = 7130$ Kgm.; en este punto la altura del cuchillo es aproximadamente 0,70; estimamos, pues, la distancia entre los centros de gravedad de los cordones en 0,60 y los esfuerzos de tracción y de compresión resultantes de este momento flexor serán $\frac{7130}{0{,}60} = 11880$ Kg.; para encontrar la compresión del arco en este tramo tracemos desde el punto *o* una línea *om* paralela a la dirección de la línea media en esta porción del arco, después desde el punto *c* (ya que la distancia *co* contiene todas las cargas que se encuentran a la derecha del tramo considerado) bajemos la perpendicular *cm*; la longitud *om* representa la compresión buscada, o sea 3500 Kg. Tendremos, pues, en definitiva, en el cordón superior o de trasdós, una tracción de $11880 - \frac{3500}{2} = 10130$ Kg. y en el cordón inferior o de intradós una compresión de $11880 + \frac{3500}{2} = 13630$ Kg.

Sabemos que *cm* representa el esfuerzo cortante perpendicular a la fibra media en el tramo estudiado; de las extremidades de esta línea tracemos, pues, *cn* paralela a la barra *F* y *mn* paralela a *E*; encontramos así para la barra *F* una tracción de 1000 Kg. y para la *E* una compresión de 1800 Kg.

Sería fácil construir una tabla indicando para todos los tramos de la cercha los esfuerzos de tracción o de compresión que sufren las barras y deducir de ella inmediatamente, en consecuencia, las secciones necesarias.

En el pilar, el momento flexor, máximo en *B* y nulo en la

articulación A, se mide para la altura del tramo considerado como hemos dicho para el par. La compresión es constante en toda la altura e igual al peso total sostenido por la media cercha; finalmente, el esfuerzo cortante es, asimismo, constante e igual al empuje del arco; así, en el ejemplo escogido las traviesas horizontales son comprimidas con un esfuerzo igual al empuje og, o sea 2300 Kg., las diagonales están extendidas y la magnitud de esta tracción está dada por oh paralela a la dirección de estas barras, o sea 3400 Kg.

Vemos así que además de la carga vertical, a la cual debe resistir sin flexar, el pilar está sometido a un momento de flexión y a un esfuerzo cortante absolutamente semejante a los que se producirían en una viga empotrada sometida a un esfuerzo normal aplicado a su extremidad e igual al empuje del arco.

En las construcciones importantes será conveniente calcular exactamente el trabajo del metal en las barras comprimidas. Para armaduras ordinarias podrá ser suficiente para las barras comprimidas la aplicación de relaciones empíricas, que asimismo hemos ya dado; después, para el cordón de intradós comprimido y a menudo curvo, es decir, flexado entre dos montantes verticales, tomaremos un coeficiente de trabajo R, ligeramente inferior al admitido para el trabajo a la tracción.

Lo mismo que para las vigas de cierta importancia, construiremos el arco por medio de chapas y angulares, siendo éstos los mismos en toda la longitud del arco, obteniéndose las variaciones de sección, si hubiera lugar a ello, por medio de tablas de espesores en lo posible iguales entre sí.

Siendo la compresión en el cordón de intradós mayor que la tracción en el de trasdós, la sección del arco será a menudo asimétrica.

Si consideramos ahora una cercha De Dion rígida (figura 341) cargada con un peso uniformemente repartido sobre el par, sin rótula en la cumbrera, sino simplemente articulada en los arranques, tendremos un arco continuo.

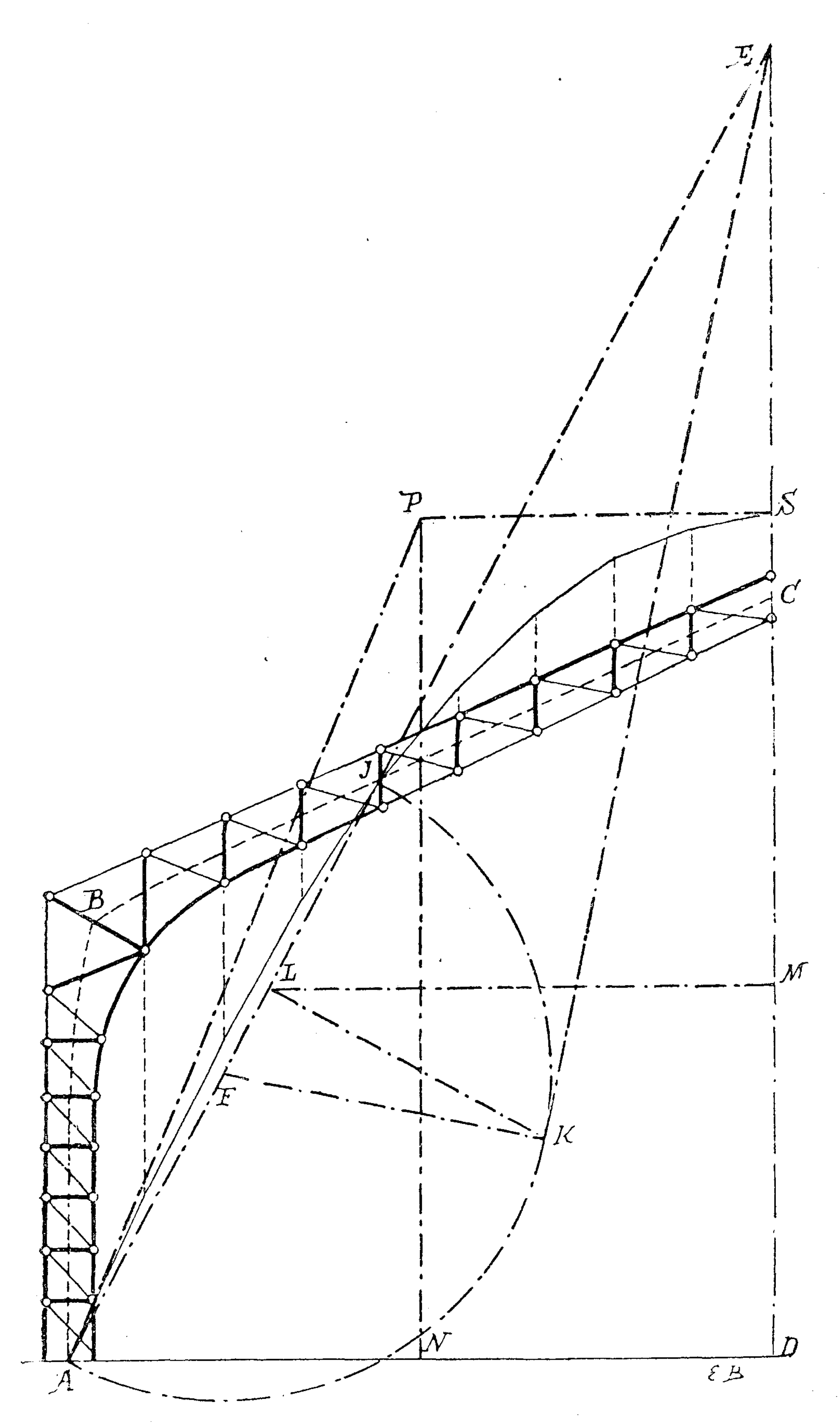


Fig. 341.

Siendo el arco de sección variable, su cálculo exacto sería muy largo, pero se puede llegar a ello de un modo muy aproximado para el caso de carga uniforme empleando la siguiente fórmula debida a Levy.

Sean:

n, la ordenada por encima del suelo del punto desconocido J en que la línea de presiones encuentra a la línea media del arco;

H, la altura CD de la línea media en la clave;

h, la altura BT del pie derecho;

a, la altura media, medida en el centro de su longitud, de la parte de viga que forma el par;

b, la altura de la viga que constituye el pie derecho;

l, la mitad de la luz AD de la cercha.

Medidas todas estas dimensiones en el croquis y expresadas en milímetros, tendremos:

$$n = \sqrt{\frac{H^2 + h^2 \left(1 - \frac{a(H-h)}{bl}\right)}{2}},$$

y dando a las letras los valores encontrados en la figura 341, tendremos para el ejemplo escogido:

$$n = \sqrt{\frac{97{,}5^2 + 57^2 \left(1 - \frac{7\,(97{,}5 - 57)}{6 \times 90}\right)}{2}} = 74{,}5.$$

Tenemos así el punto J que pertenece a la parábola de presiones.

Unamos los puntos A y J por una recta que, prolongada, corta a la vertical que pasa por la clave o al eje de la curva, en un punto E. Sobre AJ como diámetro, construyamos una circunferencia, a la cual trazaremos por el punto E una tangente EK; tracemos KL perpendicular a dicho diámetro AJ, y después LM perpendicular al eje ED. El vértice S de la parábola se encuentra en el centro de la longitud EM.

Estando la carga uniformemente repartida, la resultante pasa por el centro *N* de *AD*; tracemos, pues, la vertical *NP* hasta su encuentro con la horizontal que pasa por el vértice *S*; las líneas *PA* y *PS* son las tangentes extremas de la curva de presiones y nos permiten trazarla con comodidad.

A este fin supongamos, por ejemplo, que cada nudo del cordón superior del par esté cargado con un peso igual a 800 Kg., excepto en las extremidades en que tan sólo debe serlo con 400 Kg. (los nudos dividen al par en partes iguales); la carga total uniformemente repartida es, pues, de 7200 Kg. Sobre una vertical cualquiera *a b* (figura 342) llevemos de un extremo a otro en la escala de 0,01 m. por 1000 Kg., por ejemplo, todas estas cargas parciales; tracemos la horizontal *bo*, después la línea *ao* paralela a *PA*. La distancia polar *bo* representa en la escala del gráfico de esfuerzos el empuje del arco, encontrando así en el ejemplo de que se trata (fig. 341) que es igual a 3000 Kg.

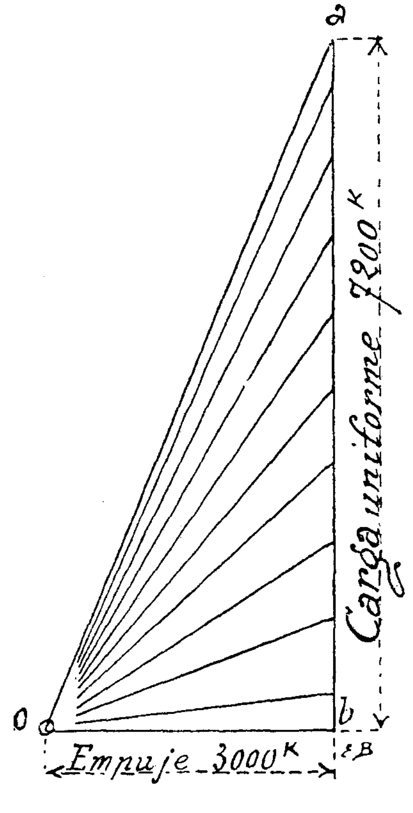


Fig. 342.

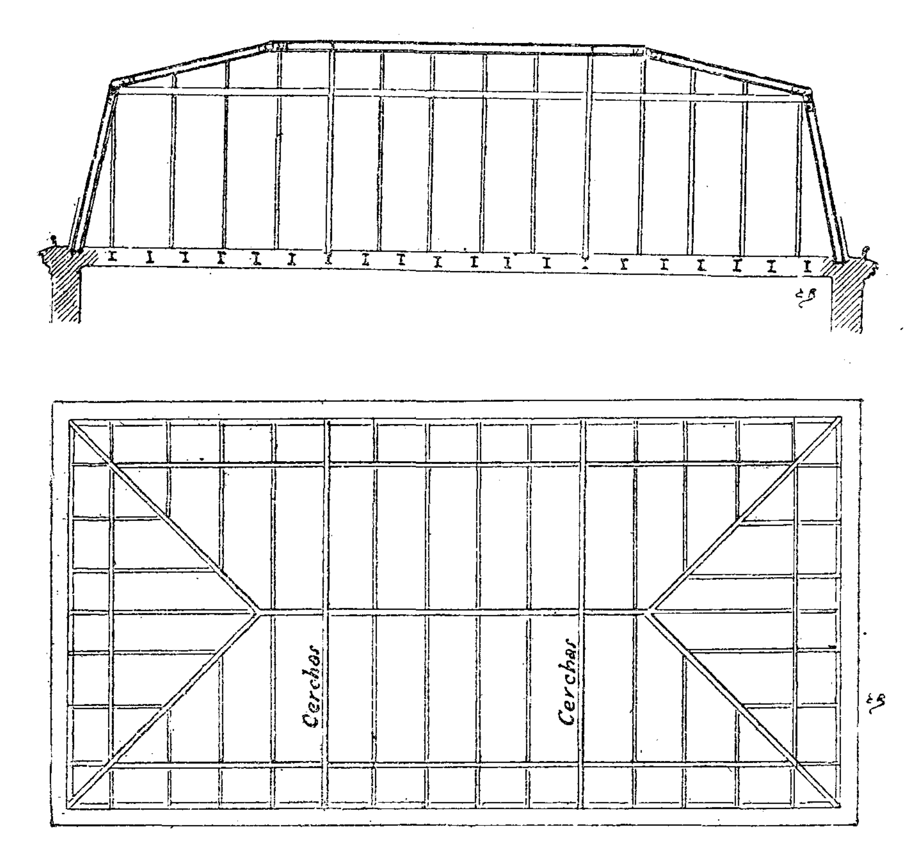
Sabemos ya trazar la curva de los momentos flexores o línea de presiones: partiendo del punto *A* basta trazar en cada intervalo formado por las verticales de los nudos del par, rectas respectivamente paralelas a los diversos radios vectores del gráfico de esfuerzos; si el trazado se ha hecho cuidadosamente deberemos pasar por el punto *J* e ir a parar al vértice *S*.

El momento flexor, la compresión y el esfuerzo cortante se determinarán en cada punto de la manera dicha para el arco articulado en la clave.

Cubiertas Mansard

Cubiertas de casas de vivienda

Contrariamente a lo que se observa en los otros casos de armaduras, el hierro es todavía poco empleado en las casas;



Figs. 343 y 344.

su uso queda reservado a las construcciones importantes. Pero si su empleo no está muy generalizado hasta hoy en esta aplicación, no por ello se dejan de construir con él muchas cubiertas para las habitaciones.

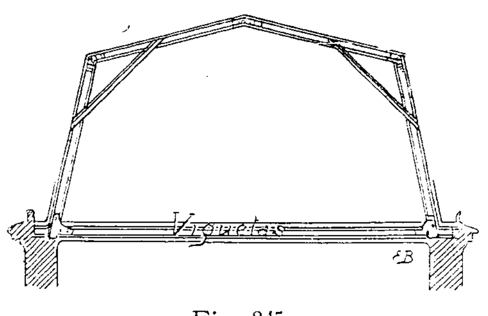


Fig. 345.

El ejemplo, en elevación, planta y corte, representado en las figuras 343, 344 y 345, está compuesto de dos cuchillos de hierro doble T de 0,100 m.; todos los demás hierros doble T son de 0,080, estando unidos

entre sí por tirantes o riostras de hierro redondo de 0,014 m. de diámetro distanciados a 0,80 m.

El conjunto descansa sobre una solera de hierro en U o de hierro plano; los intervalos van forjados y reciben ristre-

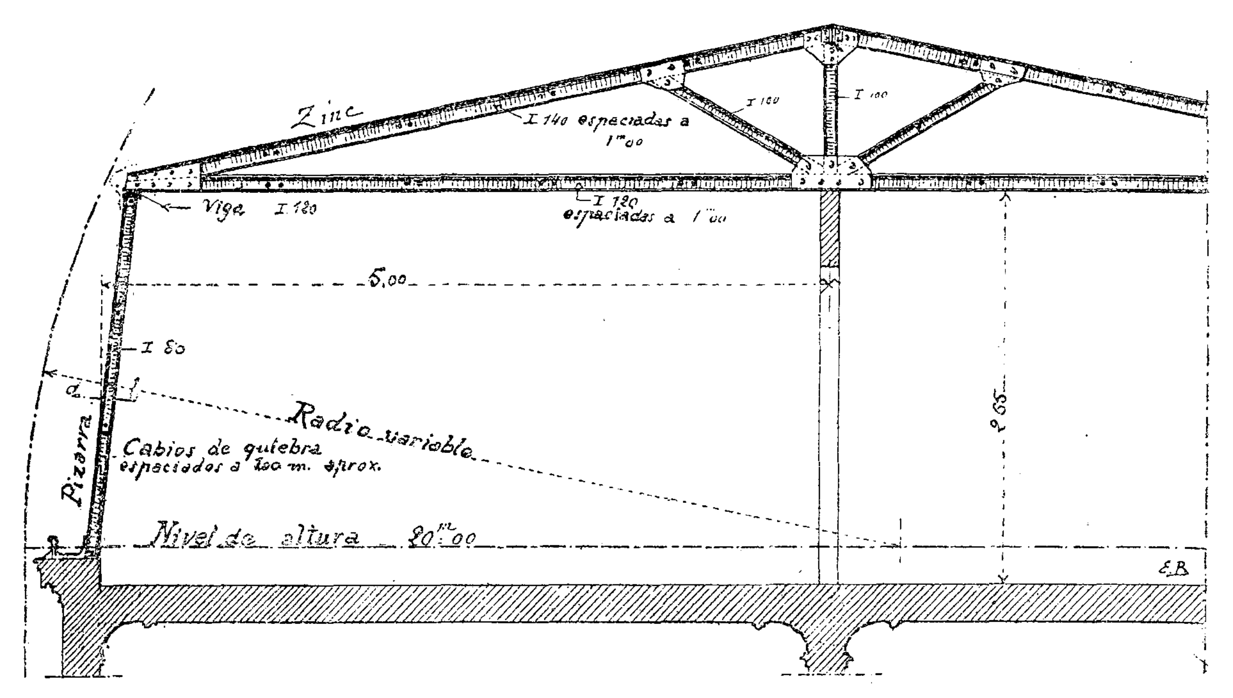


Fig. 346.

les empotrados, sobre los cuales se clava el entarimado; la cubierta se hace de pizarra o de zinc.

He aquí, además, un ejemplo que hará comprender la construcción todavía mejor (fig. 346), establecido para un edificio con una profundidad más considerable. Queremos

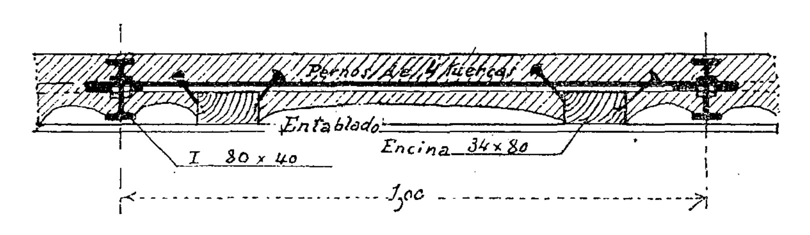


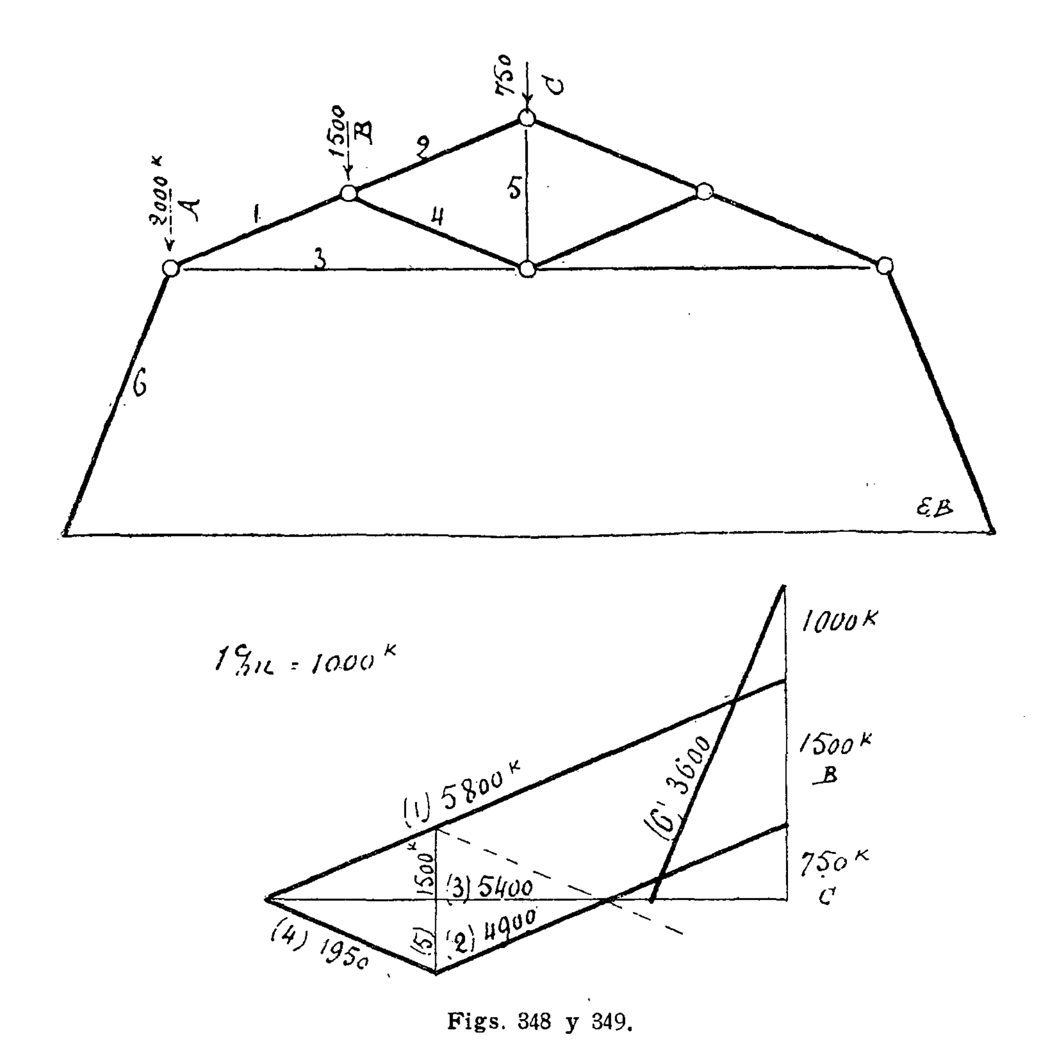
Fig. 347.

insistir sobre la manera de forjar la cubierta y la falsa cubierta; los cabios están espaciados aproximadamente a 1 m. y están reunidos por pernos de cuatro tuercas que hacen las veces de riostras. Los ristreles destinados a sostener el enta-

blado van empotrados en el forjado de cascote y yeso como lo indica nuestra figura 347.

Cálculo gráfico de una cercha a la Mansard

Por lo pronto, haremos notar que la falsa cubierta es en realidad una cercha con dos manguetas, es decir, lo mismo



Figs. 348 y 349.

que en nuestro ejemplo de la figura 258 con menores dimensiones.

Tracemos el diagrama con arreglo a nuestras figuras 348 y 349. Tomemos sobre una vertical las cargas A, B, $\frac{C}{2}$, tracemos las paralelas a las barras del esquema y obtendremos así todas las fuerzas de las piezas que componen la cubierta.

Se observará que en la unión de la cubierta y de la falsa cubierta hay un punto deformable. Generalmente, un entabi-

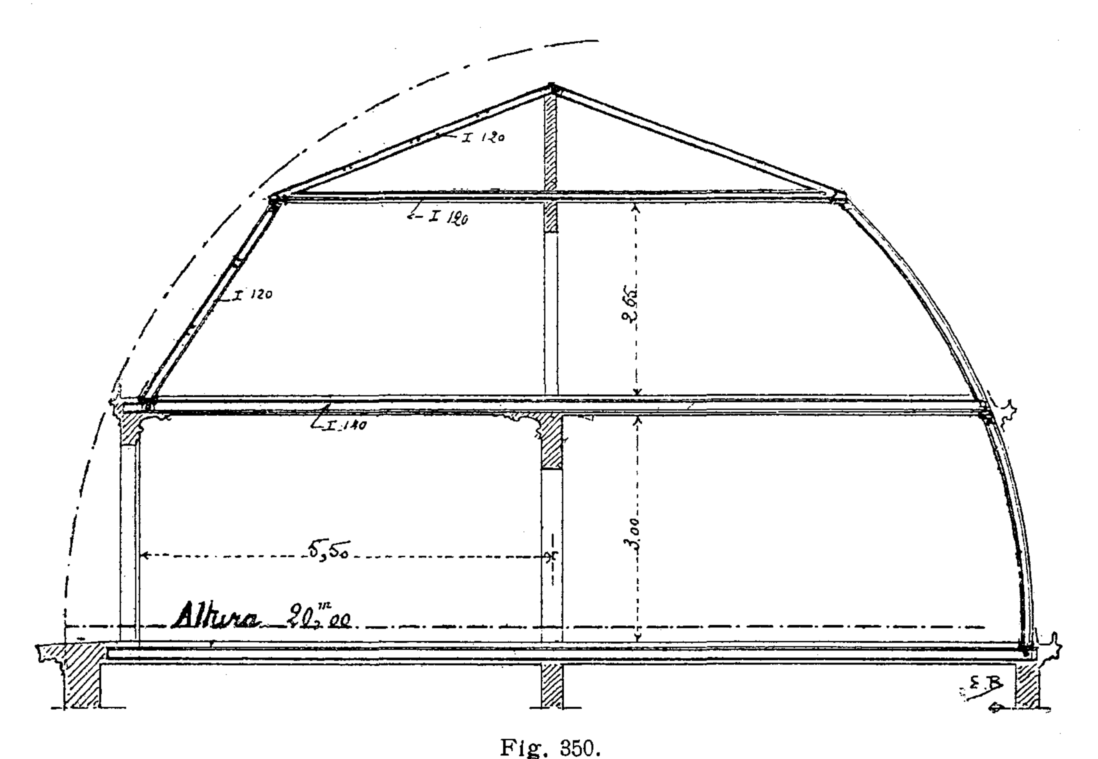


Fig. 350.

cado viene a impedir el deslizamiento o deformación; si no se hacen tabiques o muros será conveniente consolidar los ángulos por medio de jabalcones.

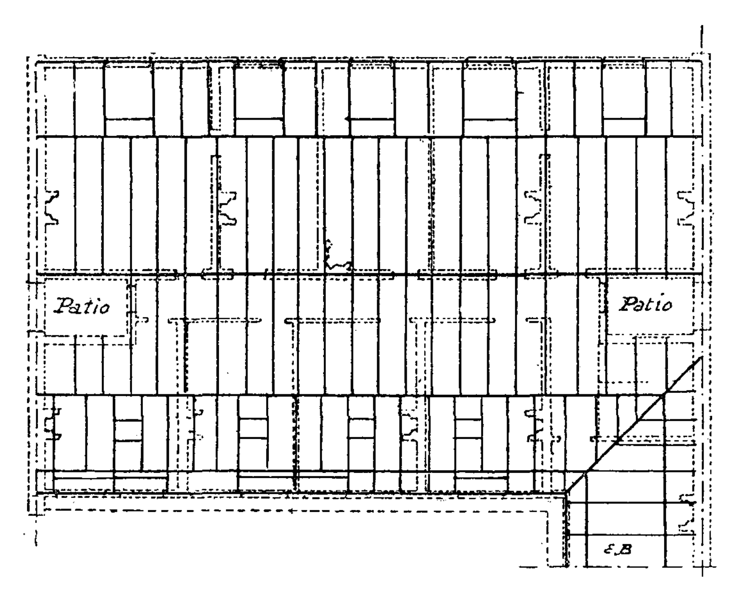


Fig. 351.

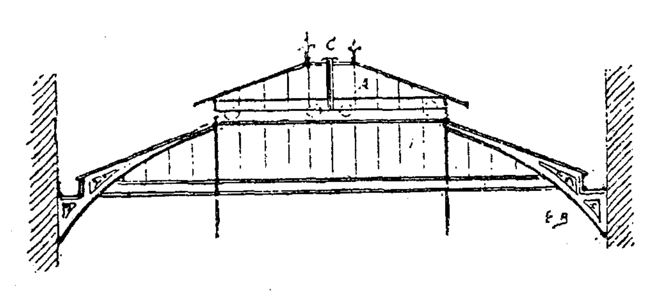
Estas cubiertas, cuando se establecen para dos pisos, son a veces en arco (fig. 350); por lo demás, están obligadas a

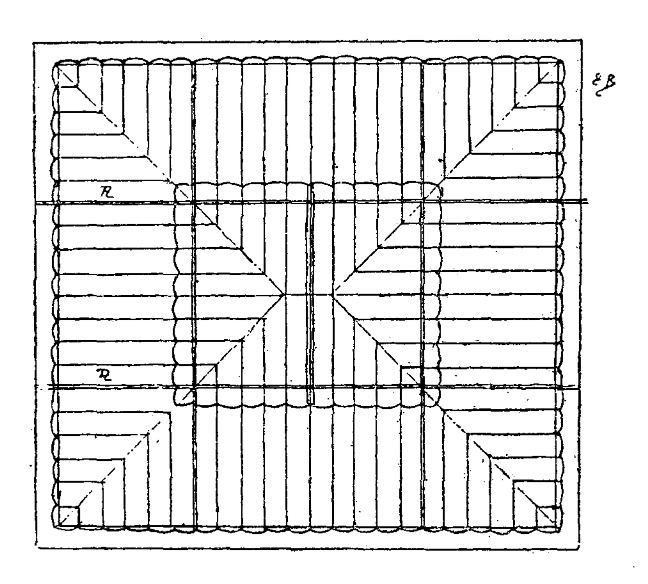
reducirse en París dentro de las normas reglamentarias. Las escuadrías del hierro están naturalmente en relación con el exceso de carga que ocasiona el piso. En cuanto al encabiado, éste es forzosamente muy irregular, pues hay necesidad de tener en cuenta las aberturas, los patios, etc., como indica nuestra planta de la figura 351.

Cubiertas movibles

Cubiertas corredizas y giratorias

Estas cubiertas, con una parte fija y otra móvil, se emplean en los patios utilizados como salas de restaurantes, de reunión, etc.





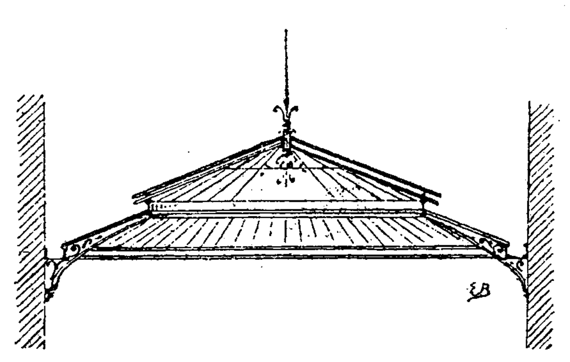
Figs. 352 y 353.

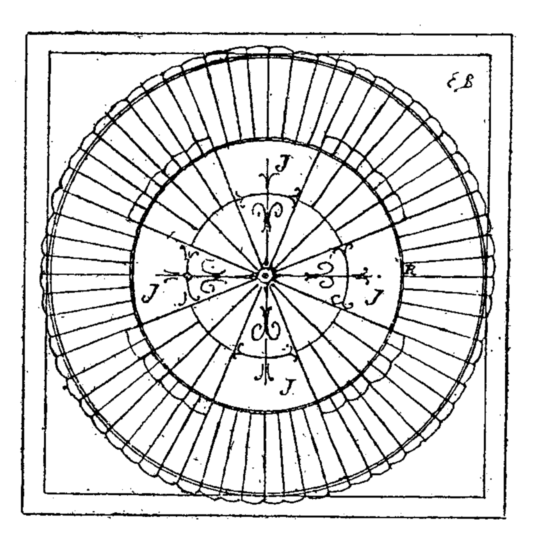
La cubierta corrediza se construye como las demás cubiertas que hemos descrito, pero las correas llevan verdaderos carriles de hierro cuadrado, sobre los cuales va colocado el linternón montado sobre rodillos de garganta y movido por un sistema de cables metálicos con poleas de contramarcha y torno.

Cuando se dispone de bastante espacio se hace el linternón en una sola pieza, pero si el espacio es reducido, como en el caso indicado en las figuras 352 y 353, hay necesidad de construirlo en dos partes.

Recomendamos que se estudie muy particularmente el recubrimiento de la junta *C* de las dos partes del linternón.

No hemos visto ningún ejemplo de la forma circular que representamos en las figuras 354 y 355. Es una aplicación en gran escala de la campana de ventilación y nos parece práctica.





Figs. 354 y 355.

Es cierto que no se obtiene un hueco más que igual a la mitad de la superficie, pero su funcionamiento parece más sencillo que el precedente.

La cubierta propiamente dicha se apoya sobre una corona, la parte fija del linternón descansa sobre esta corona y un círculo de hierro T pasa por encima de todos los cabios y los huecos; sobre él se efectúa el deslizamiento o la rodadura de la parte móvil del linternón, que está arriostrado por adornos de hierro forjado, como se ve en la planta de la figura 355.

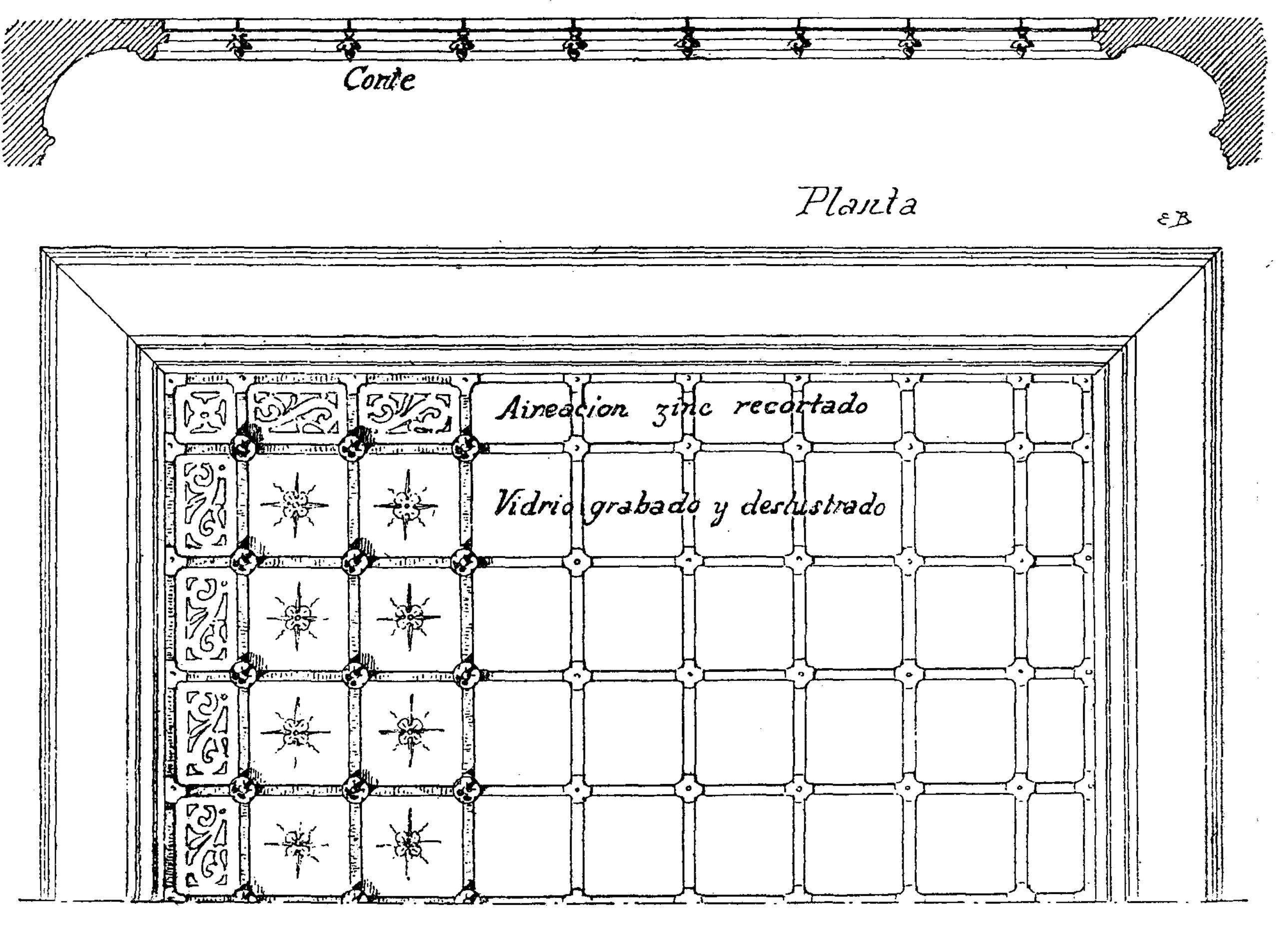
Claraboyas (techos de cristales)

Se emplean a menudo las claraboyas en las cubiertas para evitar la vista del linternón o reducir las pérdidas de calor.

Construídas con pequeños hierros en T de perfil especial para claraboyas, se reserva ordinariamente una banda de ventilación en el contorno (figs. 356 y 357).

Se decora esta banda convenientemente con rosetas de metal o con plancha recortada.

Las claraboyas no son necesariamente planas; pueden estar bordeadas por una parte inclinada o curva que se decora según el gusto general.



Figs. 356 y 357.

Los cristales van sencillamente colocados sobre las alas de los hierros T, sin masilla para facilitar su limpieza.

Mercados cubiertos

Un mercado es un espacio libre, a cielo abierto o abrigado, reservado a la venta de mercancías, productos y otros objetos de consumo y de uso.

Hasta la edad media no se empezaron a construir mercados cubiertos, y aun entonces eran muy raros. Actualmente, todas nuestras ciudades están dotadas de ellos o por

lo menos de abrigos que permiten a los comerciantes exponer sus productos a cubierto.

Los mercados pueden ser movibles o permanentes.

Mercados movibles

Los mercados movibles son una especie de abrigo de lona sostenido por cuatro montantes de madera, como se ve en la figura 358.

Estos abrigos están dispuestos en largas filas, ocupando cada uno de ellos una longitud de 2 a 2,50 m. y una profundidad de 2 m. Los montantes son de madera o de hierro redondo, de 0,04 m. de diámetro aproximadamente, con herraje en la parte baja para introducirse en un casquillo empotrado en el suelo, y por arriba llevan los dos ganchos que reciben las correas (figuras 359 y 360).

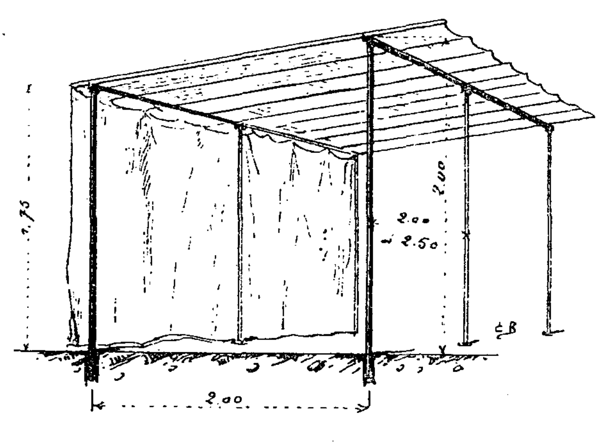
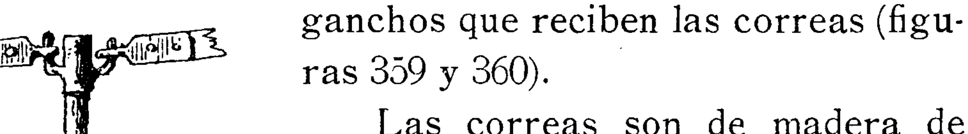
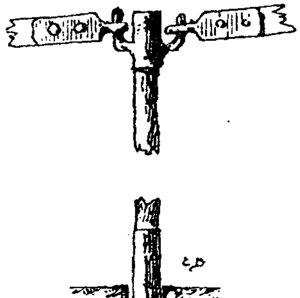


Fig. 358.





Figs. 359 y 360.

Las correas son de madera de 0,03 0,04 m. con herrajes en sus extremos en forma de anillos que vienen a engancharse en los montantes.

Las lonas que forman la cubierta están sostenidas a distancia de 0,40 m., aproximadamente, por listones de madera que permiten arrollarlas para el transporte y sirven de cabios cuando están desarrolladas y colocadas en su sitio.

Estas lonas se fijan a las correas por medio de ligaduras

de cuerda delgada de 0,004 m. de diámetro, aproximadamente, para evitar que se las lleve el viento.

Como indica nuestro croquis, en la parte de atrás se suspenden otras lonas, pero sin entramado, destinadas a proteger a los comerciantes contra el viento o la lluvia de costado.

Este sistema es ciertamente el más sencillo y el más económico, pero es poco rígido, y al cabo de algún tiempo se

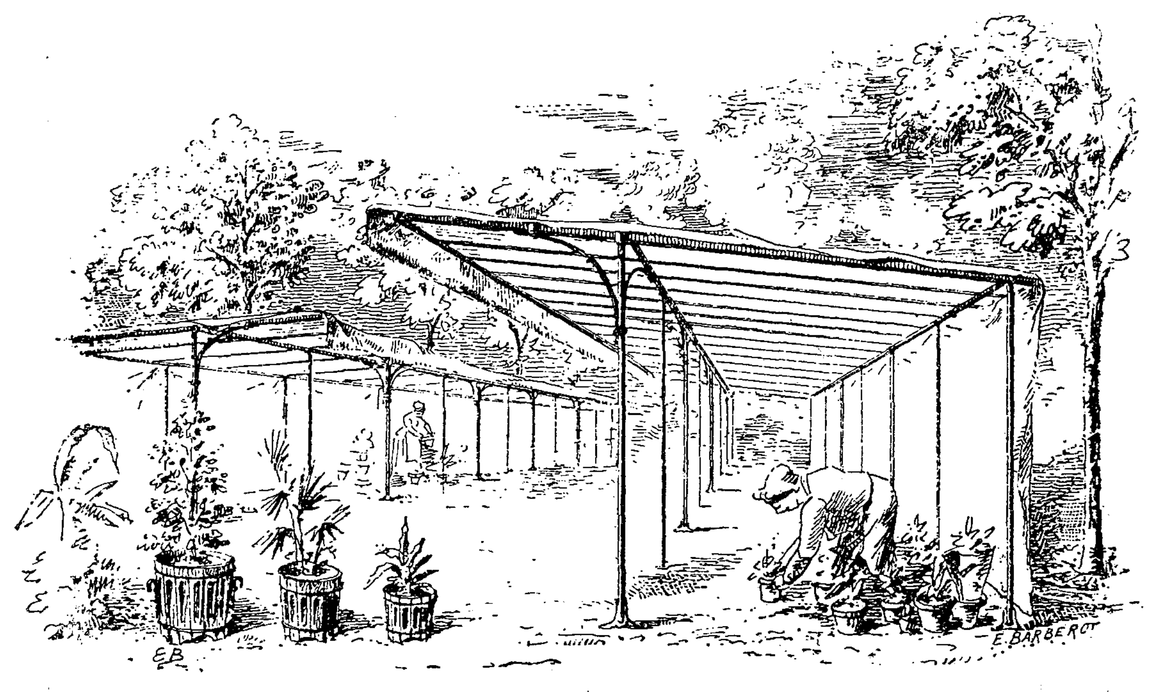


Fig. 361.

vuelve muy feo, los postes se doblan o se inclinan; resulta de ello un conjunto tortuoso que podrá muy bien ser pintoresco si el mercado es muy frecuentado, pero que seguramente es defectuoso y de mal efecto.

Se han establecido otros abrigos movibles más costosos en verdad, pero también más dignos de figurar al lado de las construcciones que constituyen nuestras ciudades.

Mencionaremos aquí el mercado de flores de la Magdalena, en París.

El metal y la madera están en él unidos estrechamente, y sobre todo de un modo racional; el hierro hueco constituye los montantes verticales, rígidos por la naturaleza del metal

y también porque están fijos al suelo por un sistema de zapatas afianzadas con cuñas. En la figura 361 damos un croquis del conjunto.

Las dimensiones de estos mercados son variables dentro del límite a que hay que atenerse para que un hombre de fuerza y talla medianas pueda efectuar su montaje sin esfuerzo considerable, y, por consiguiente, con una gran rapidez.

Lo que los caracteriza, además de la construcción propiamente dicha, es el gran saliente del alero, lo que permite al comprador permanecer a cubierto durante el tiempo necesario para sus compras.

No está en nuestro propósito dar a conocer todos los detalles de este género de mercados, pero, sin embargo, indicaremos sus dos puntos importantes, a saber: la fijación del montante al suelo y la reunión de las correas y pequeñas cerchas sobre la cabeza del montante.

Como se ve en el conjunto, el mercado se compone de montantes, pequeñas cerchas y tres series de correas; además de la solidez obtenida por la zapata acuñada, unas consolas móviles apretadas en el momento de montarlas por zunchos igualmente móviles, pero encajados en el montante, se oponen al deslizamiento en el sentido longitudinal del mercado. En sentido transversal otras consolas igualmente móviles y fijas también por los mismos zunchos de apriete efectúan el arriostrado de los ángulos, y descansan la parte de la pequeña cercha que forma el alero del tejado.

Fijación al suelo

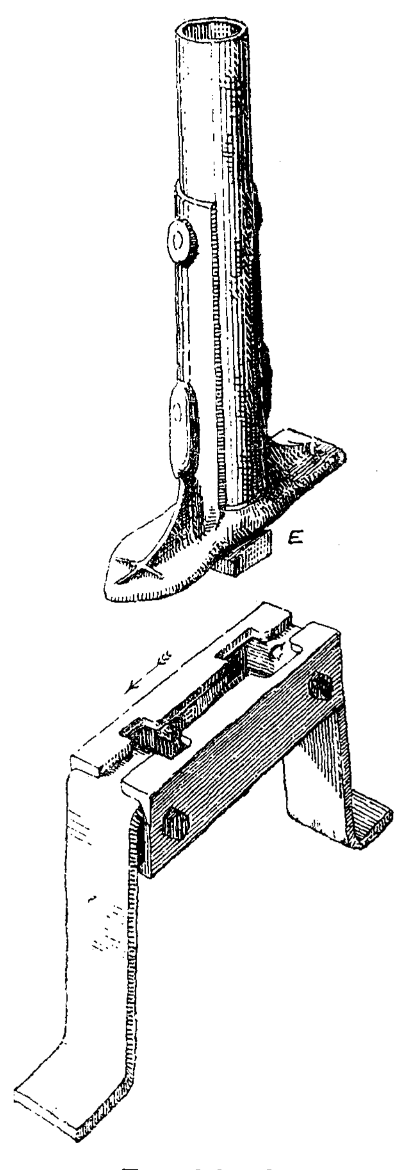
El montante tiene en su base una pieza de fundición maleable que lleva un apéndice *E* en forma de T con plano inclinado (fig. 362).

En el suelo va empotrada una zapata (fig. 363) compuesta de un hierro plano y de dos mordazas de hierro U forradas

por planos inclinados (figs. 363 y 364). Constituyen, por decirlo así, un ojal que puede apretarse.

Se introduce el apéndice *E* en el agujero *C* y con un mazo se empuja el pie en sentido de la flecha.

En la parte alta el montante va provisto de dos quijadas (figura 365) que reciben las correas: una vez colocadas éstas, se coloca la pequeña cercha entre las dos quijadas, el pasador *G* penetra en la ranura reservada para ello en el ojal de cada correa y en las muescas de las quijadas; el estribo *H*, que estaba quitado durante el montaje, vuelve a tomar la posición en la que se representa en nuestro croquis e impide que la cercha tenga juego sostenida como está por cada lado de las quijadas por el pasador introducido en la muesca y por el estribo que hace imposible la salida de dicho pasador; así queda todo sólido.



Figs. 362 y 363.

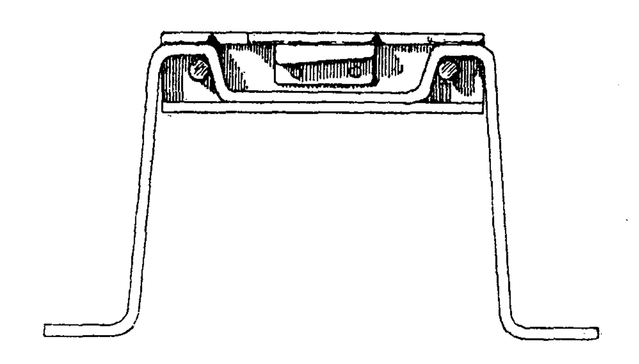


Fig. 364.

El constructor ha introducido en estos mercados móviles un perfeccionamiento que es interesante hacer resaltar aquí.

En el montaje se presentaba una gran dificultad a consecuencia de la altura que hay que dar a la parte delantera de los mercados para obtener la pendiente necesaria al escurri-

miento de las aguas, que hubiera hecho preciso su manejo por hombres de talla excesiva.

El perfeccionamiento introducido consiste en hacer extensibles los montantes del frente; un hombre de talla media puede montar el mercado, cuyos montantes quedan todos a la misma altura con el techo horizontal; otro hombre va pasando y elevando sucesivamente los montantes, que son de

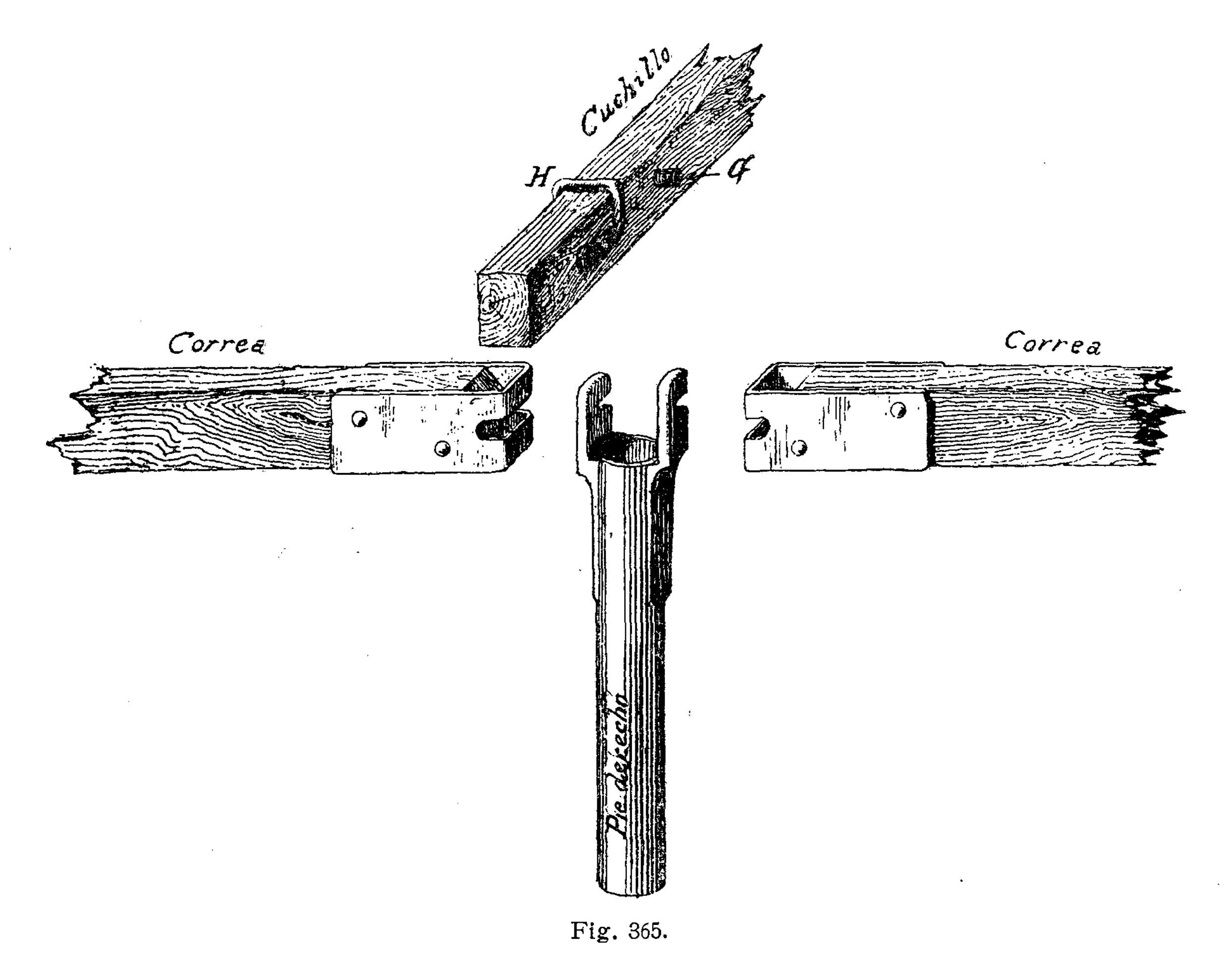


Fig. 365.

corredera, hasta la altura deseada, en donde quedan detenidos por un tope de muelle; esta maniobra se efectúa por medio de un gancho.

Para desmontar se levanta ligeramente la correa, siempre por medio del gancho; se hace entrar el tope y se deja que vuelva a caer la parte móvil del montante que entra en la parte fija; la cubierta vuelve a tomar la posición horizontal y el desmontaje se verifica con tanta facilidad y rapidez como el montaje.

Mercados permanentes

Los datos generales que fijan las mejores condiciones de los programas de construcción de naves cubiertas y mercados son los siguientes:

1.º Sencillez en la arquitectura;

2.º Ventilación enérgica; disposición en la cubierta para producir o acentuar esta ventilación;

3.º Accesos fáciles, desahogos vastos para evitar las aglomeraciones;

4.º Alimentación de agua abundante y fácil. Salida cómoda de las aguas de lavado y otras;

5.º Retretes perfectamente inodoros y enérgicamente ventilados;

6.º Alumbrado de todas las partes, establecido con el mayor cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para evitar el peligro de incendio.

Los mercados están regidos por diversas ordenanzas y reglamentos especiales.

Generalmente, un mercado está establecido en una plaza y queda enteramente aislado. Sin embargo, pueden presentarse casos en que haya precisión de hacerlos adosados.

Asimismo, a veces el mercado está formado por pabellones especiales para los distintos géneros de productos: pescado, aves, verduras, etc.

Mercados permanentes abiertos

Los mercados se hacen abiertos, por lo pronto, por razón de economía; además, en ciertas localidades, según los productos de la comarca, puede ser necesario hacer penetrar hasta el mismo mercado el ganado e incluso los carros.

Este es el tipo que presentamos en la figura 366, y al cual hemos añadido una variante con verja, lo que se ejecuta con

bastante frecuencia cuando las mercancías deben quedar allí en depósito.

La importancia de un mercado no está en relación absoluta con el número de habitantes de una gran ciudad, por la sencilla razón de que puede haber varios mercados, pero si en aquélla en que se trata de establecer un mercado no existía

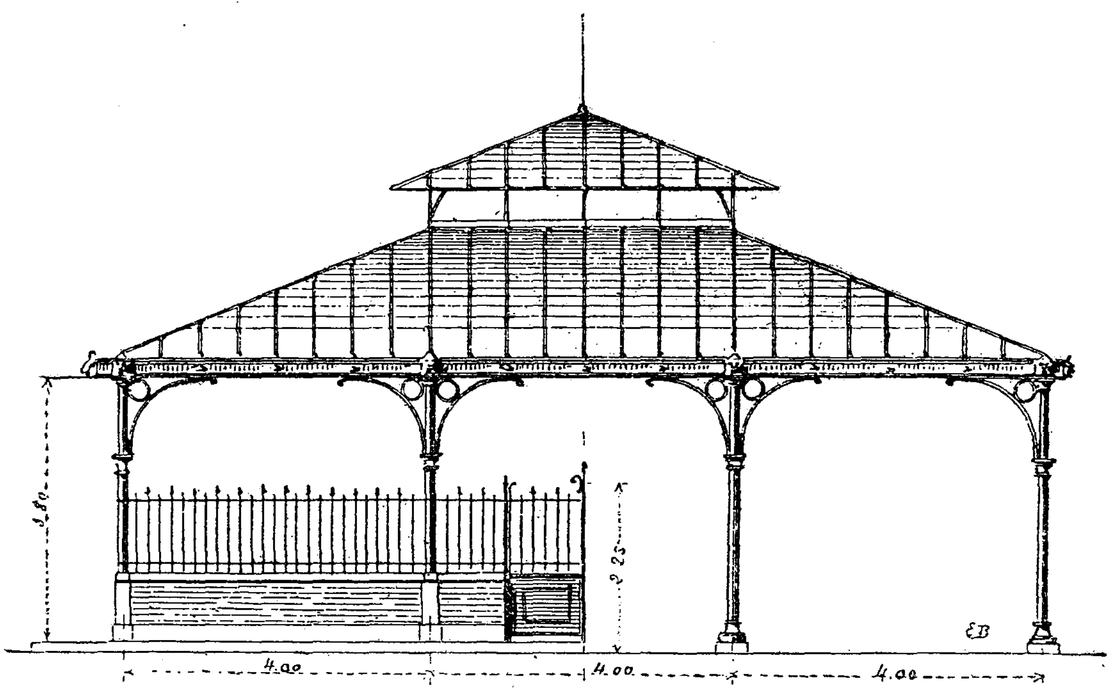


Fig. 366.

otro antes, se puede calcular una superficie de 1 m^2 por cada 5 habitantes, o sea 1000 m^2 para una población de 5000 almas.

Esta superficie comprende todos los locales interiores y el espacio reservado a la circulación del público.

Mercados permanentes cerrados

Estos mercados están destinados a comerciantes que ocupan su puesto constantemente como lo harían en una tienda.

La figura que presentamos (fig. 367) indica a la vez el corte y la fachada de un mercado cerrado.

Poco tendremos que decir sobre la construcción, remitiendo para ello a nuestros lectores al capítulo que trata de las

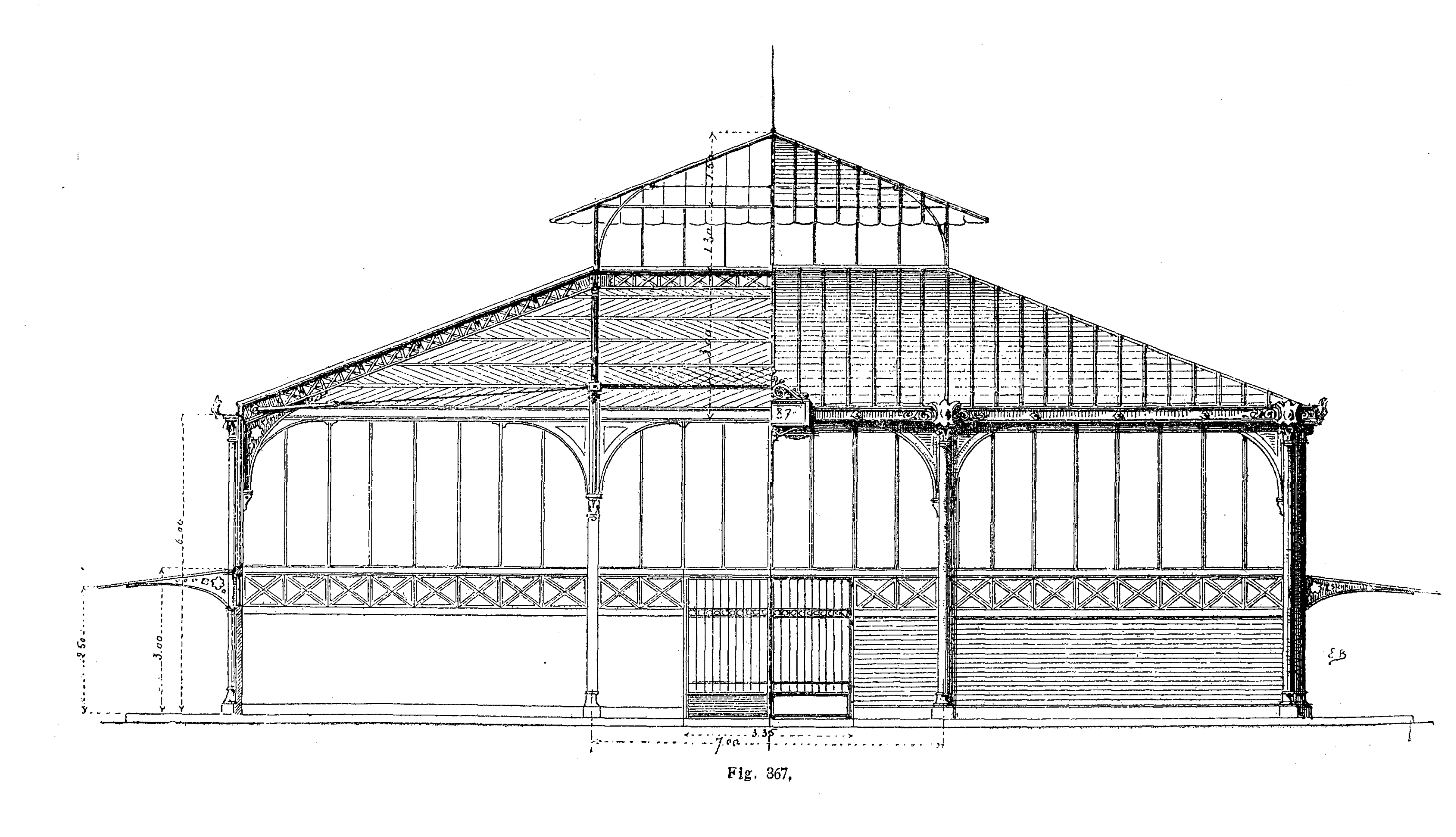


Fig. 367.

columnas de fundición, a lo que hemos dicho anteriormente sobre las armaduras y a los ejemplos que siguen.

Los zócalos están generalmente construídos de ladrillo, de 0,11 ó 0,22 m., hasta una altura de 2 ó 3 m.

Encima viene una parte de fundición dispuesta para llevar cristales, y finalmente, la parte superior hasta el canalón constituída por láminas de vidrio formando persianas.

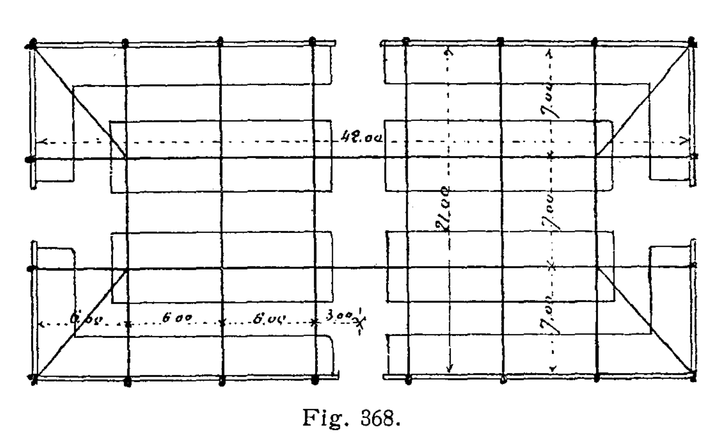


Fig. 368.

Ordinariamente se dispone tan sólo la mitad de la superficie con persianas de madera o de hierro, y la otra mitad de vidrio. La figura 368 da la disposición en planta.

La cubierta está formada por entablado de 0,034 m. y listones con recubrimiento de zinc y el linternón completamente de cristales.

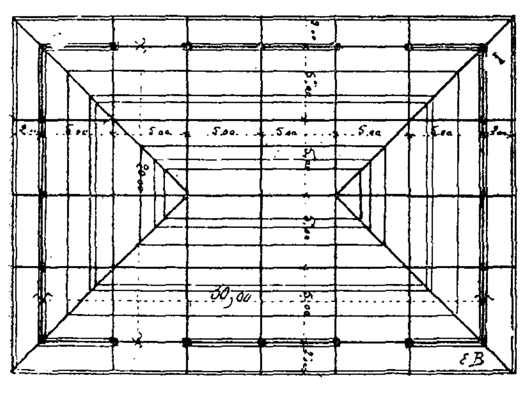


Fig. 369.

He aquí todavía otra disposición con entradas laterales (fig. 369). En esta figura indicamos por trazos sencillos las líneas principales de la armadura.

El croquis en perspectiva (fig. 370) muestra la vista de conjunto del mercado. La cubierta puede ser enteramente de chapa ondulada, con la única condición de aumentar la altura de los pies derechos, guarneciendo las paredes con láminas de vidrio formando persiana para obtener una iluminación suficiente.

En cuanto a la armadura, es del mismo género que las cerchas que hemos representado en las figuras 308, 309 y 310, es decir, que es poligonal; el único cambio importante

es que la parte horizontal va atirantada y elevada en su punto medio por una mangueta sostenida por dos tirantes (figuras 371, 372 y 373). Creemos que estos dibujos acotados pue-

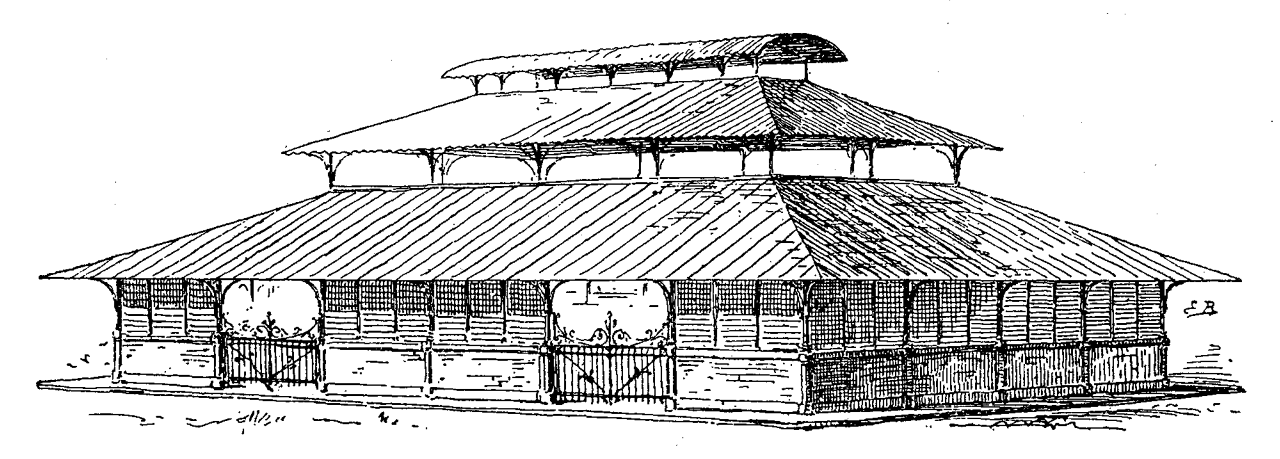
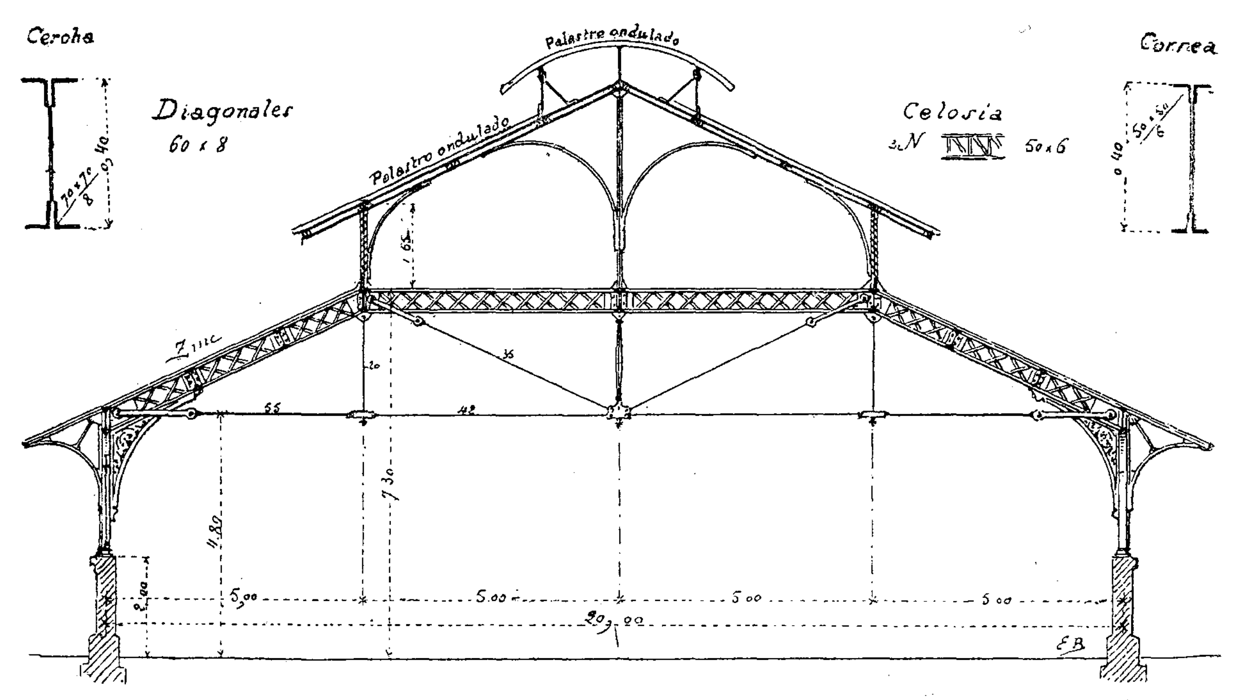


Fig. 370.

den dispensarnos la descripción; por lo demás, no podríamos hacer otra cosa más que repetir lo que ya hemos dicho a propósito de las armaduras.



Figs. 371, 372 y 373.

Un tipo de mercado muy característico, entre los construídos en París, es el mercado de Saint-Honoré. Lo presentamos aquí con algunas ligeras variantes, es decir, que dibu-

jamos un mercado del tipo del de Saint-Honoré, pues aquí no estamos limitados por la planta y podemos libremente extender o reducir nuestros ejemplos.

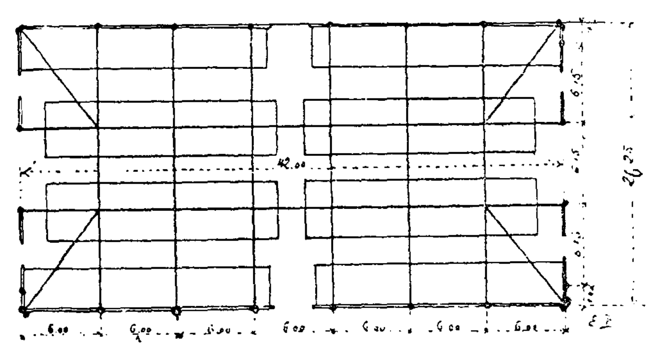


Fig. 374.

La planta de la figura 374 se diferencia de la que hemos dado en la figura 368, por un número mayor de salidas. La armadura es poligonal, como las que hemos visto anteriormente, pero los pendolones están reemplazados por manguetas (fig. 375).

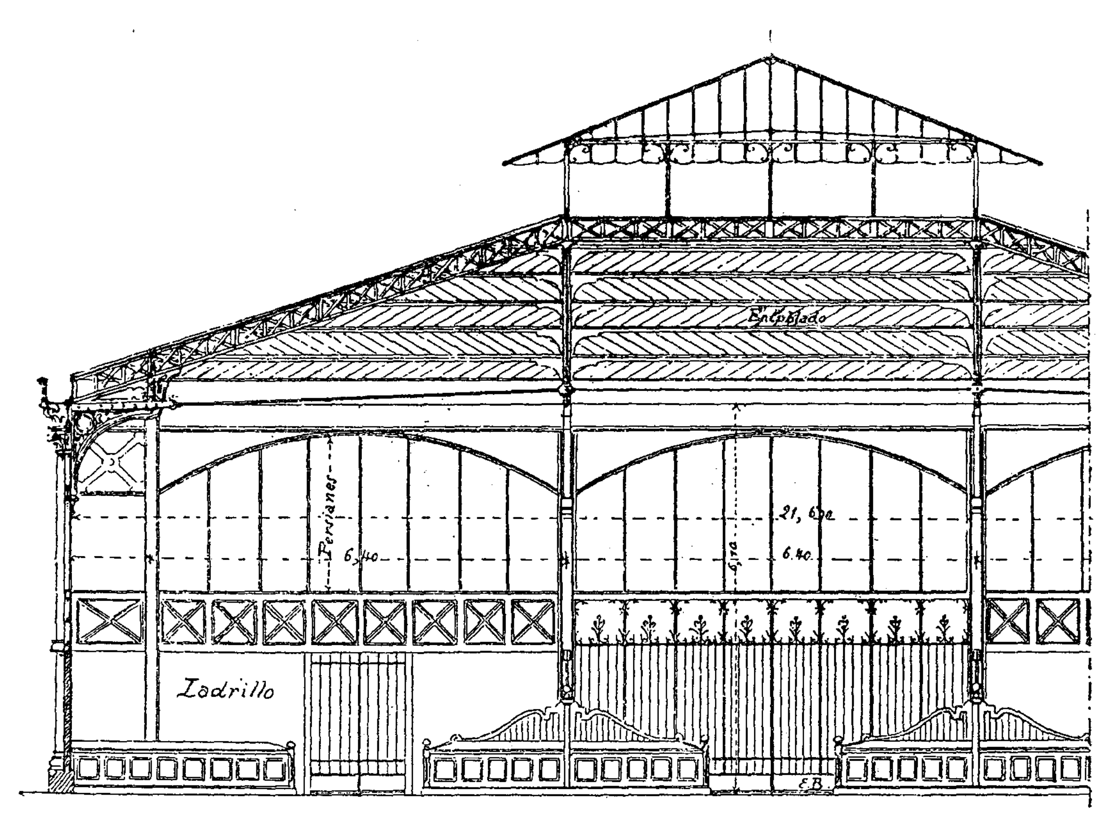


Fig. 375.

La vista exterior muestra bien el carácter de sencillez que hemos indicado al principio de este estudio como un dato primordial, y la figura 376 representa una agradable combinación del ladrillo con la construcción metálica.

Las figuras 377 y 378 dan el detalle de la celosía acristalada.

Las figuras 379 y 380 indican las láminas de persiana. Estas láminas se construyen de varios modos: de madera, de

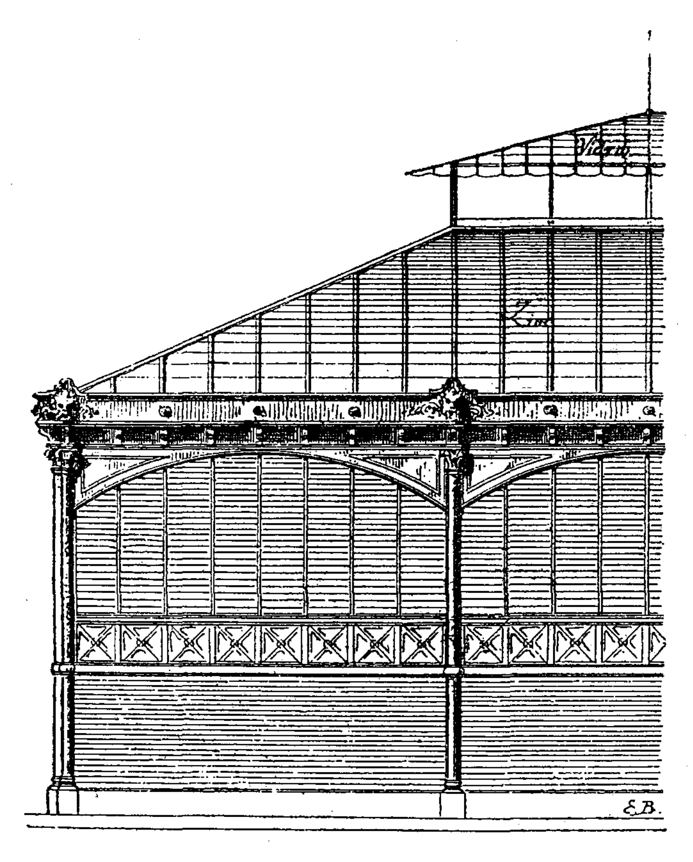


Fig. 376.

chapa, o de vidrio cuando se tiene necesidad de luz. Se emplea

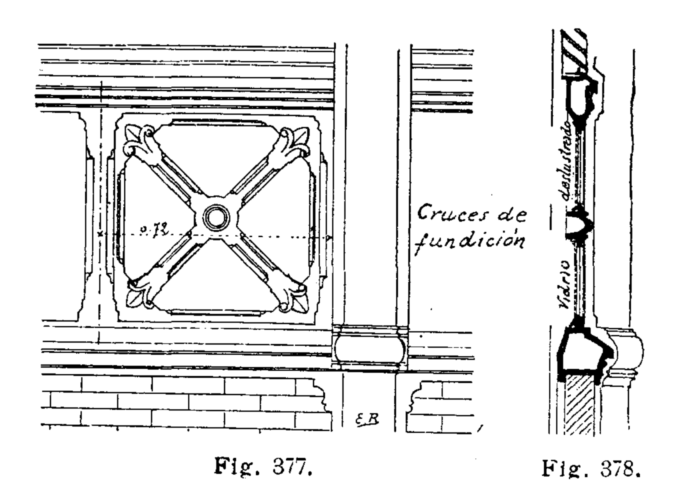


Fig. 377. Fig. 378.

a menudo, simultáneamente, el hierro o la madera y el vidrio, de manera que se tenga, aproximadamente, para dar paso a la

luz la mitad de la superficie. Nada tenemos que decir de las persianas de madera, que son semejantes a las de las casas, con la única diferencia de que están colocadas permanentemente y no basculan. Las láminas de hierro o de vidrio van simplemente cortadas al largo e introducidas en pequeñas correderas de hierro ranurado tapadas por un extremo con

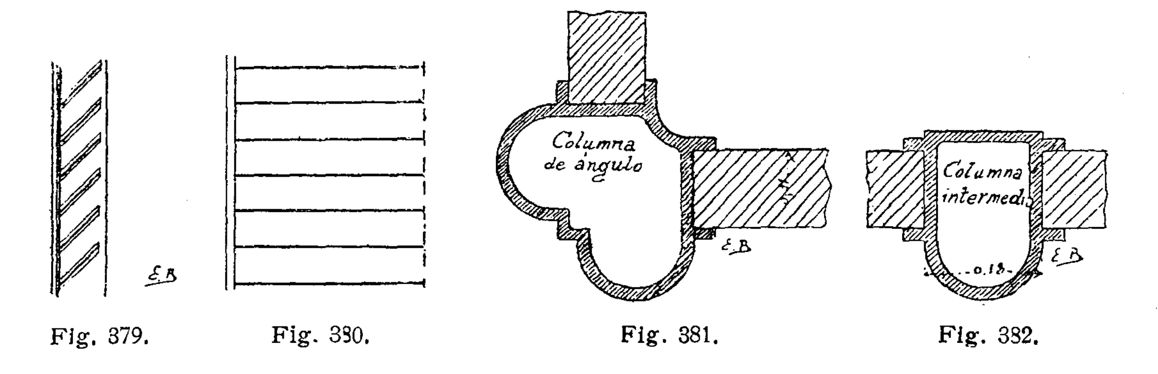


Fig. 379. Fig. 380. Fig. 381. Fig. 382.

una tirilla y colocadas con una inclinación de 45°. Desde 1878 hemos empleado ya un procedimiento económico que consiste en tomar montantes de madera dura y practicar en ellos, oblicuamente, cortes con la sierra, que formarán las correderas para recibir las láminas.

Las figuras 381 y 382 representan las diferentes secciones de las columnas.



CAPÍTULO VI

Pasarelas y pequeños puentes

PASARELAS EN GENERAL.
PASARELAS DE JARDÍN. — Su composición. Pasarelas rústicas. Pasarelas con barandilla de hierro plano, con barandilla formando viga. Del arriostramiento. Pilotes de tornillo y de hinca.
PASARELAS ENTRE EDIFICIOS.—En celosía, suspendidas, con consolas, etc.; pasarelas colgantes, cubiertas y cerradas.
PEQUEÑOS PUENTES. — De diversas luces. Puente de carretera, de 8 m.

Pasarelas

Las pasarelas son pequeños puentes para el paso de peatones y de jinetes.

La luz es indefinida, pero la anchura varía entre 0,90 y 1,50 m.; más allá de esta dimensión ya son puentes.

Las pasarelas, además de su utilidad, son a veces un motivo de decoración del parque; el riachuelo de curso caprichoso no tiene a menudo otro objeto que ofrecer un motivo a estos pequeños puentes que cortan de una manera tan graciosa la monotonía de una larga avenida, y sirven de punto de vista, encontrándose casi siempre en un lugar descubierto.

Las pasarelas reciben numerosas aplicaciones; además de en los parques y jardines, pueden establecerse por encima de una vía férrea, entre dos edificios para reunir oficinas o almacenes, etc.

Pasarelas de parques y jardines

Estas pasarelas están formadas de un tablero compuesto de la manera más sencilla, ordinariamente dos largueros de hierro doble T, bien sea rectos con la flecha comercial o curvados con una flecha cualquiera, y reunidos entre sí por un arriostramiento de hierro plano formando recuadros, o por riostras de hierro en T o doble T haciendo la unión indeformable con cartabones.

Sobre los largueros se fija con tirafondos una plataforma de tablas de encina de 0,04 a 0,05 m. de espesor y de 0,05 a 0,08 m. de ancho.

El decorado de las pasarelas consiste casi enteramente en la barandilla; a veces también esta barandilla constituye de por sí una viga y forma la parte sólida de la obra.

Pasarelas rústicas

Los hierros rústicos son hierros laminados que salen de los cilindros con la forma rugosa de la madera con corteza; se encuentran estos hierros con todas dimensiones y formas de sección, incluso de media caña hueca hasta 0,08 m. aproximadamente.

El peso de estos hierros se aproxima sensiblemente al de los hierros redondos del mismo diámetro; los huecos que figuran la corteza compensan los nudos de las ramas.

Las barandillas están compuestas con ramas maestras, a las cuales se sueldan otras ramas de hierro de distintos diámetros, de manera que se imite la Naturaleza; no nos cansaremos de recomendar para este trabajo un procedimiento muy sencillo que consiste simplemente en tomar por modelo una rama de árbol; copiando el modo de unión, observando la relación existente entre las diversas ramas, es como se con-

seguirá el verdadero carácter artístico que reclama una obra de este género.

Procediendo de este modo se verá que es posible con poco hierro y un reducido número de soldaduras, es decir, con economía, obtener una barandilla u otro objeto de muy buen efecto y que satisfaga perfectamente al fin propuesto.

Algunos de los montantes van terminados por una horquilla imitando una bifurcación de ramas; en estos puntos es donde viene a descansar el pasamano, hecho también de hie-

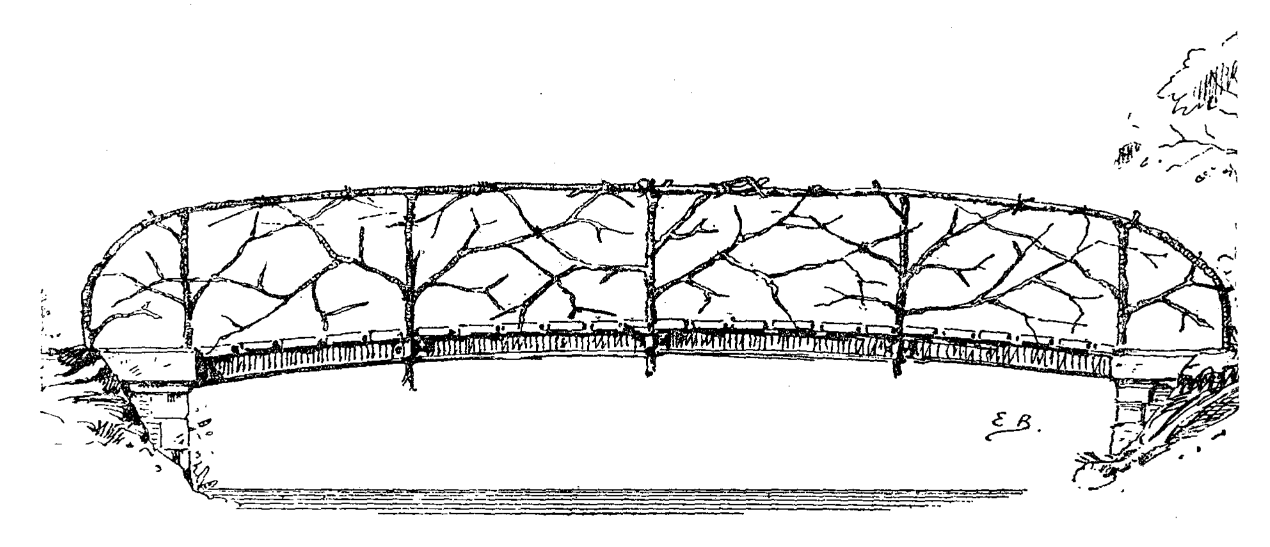


Fig. 383.

rro rústico (fig. 383). Las ramas se fijan a tornillo sobre el pasamano y unas ligaduras de hierro media caña, de 0,005 a 0,006 m., imitan ligaduras de junco o de otra madera.

Los montantes se fijan sobre los largueros de hierro doble T por abrazaderas apretadas con dos pernos; se dispone el conjunto de modo que los montantes de la barandilla se encuentren frente a las riostras y queden apretados con los mismos pernos.

Por encima de 5 m. de longitud el tablero debe estar arriostrado con hierro plano de 50 × 7 mm. por lo menos.

El tablero metálico va recubierto de maderos que se apoyan sobre los largueros con un saliente aproximado de 0,10 m.

Unos pequeños orificios de paso hechos en el ala del hierro doble T sirven para pasar los tornillos que deben man-

tener en su sitio los maderos, distanciándolos convenientemente a 0,01 m., poco más o menos, y atornillándolos por debajo.

El larguero se puede decorar con un grueso hierro media caña rústico y pintar el conjunto de color y decorarlo imitando la madera.

Pasarelas con barandilla de hierro plano

La primera pasarela con barandilla de hierro plano (figura 384) es bastante ancha, dos metros de eje a eje de los

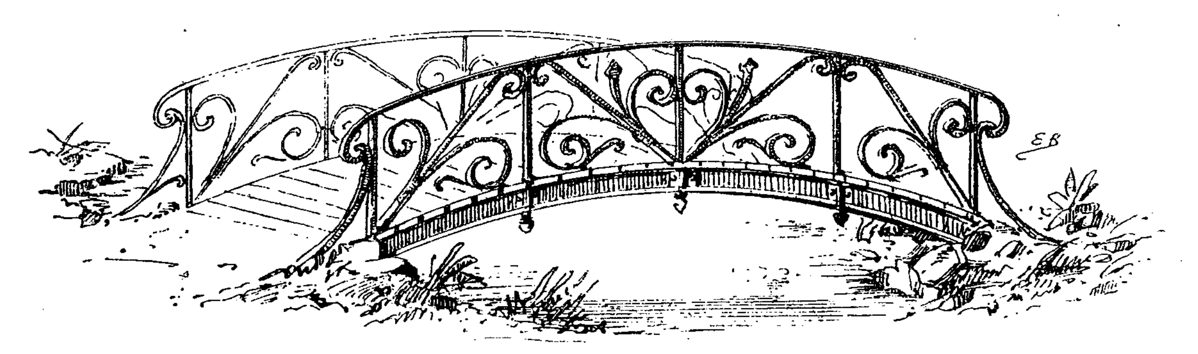


Fig. 384.

largueros, como se ve en la figura 385; es, pues, lo que podríamos llamar un pequeño puente.

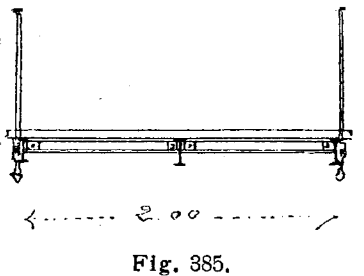


Fig. 385.

El arco es muy pronunciado; los estribos han de poder soportar un cierto empuje.

Los montantes de la barandilla, de hierro plano puesto de canto, de 14 × 25 mm., van unidos por abrazaderas como el precedente; los rellenos son de hierro plano de 20 × 9 y de 20 × 7 mm.

El pasamano está hecho con un listoncillo recubierto de un hierro media caña.

Como se ve en el corte, el tablero metálico está compuesto de tres largueros; se le puede ensanchar poniendo mayor número de ellos. La figura 386 es una variante; los

hierros planos de relleno están aplastados en sus intersecciones y remachados.

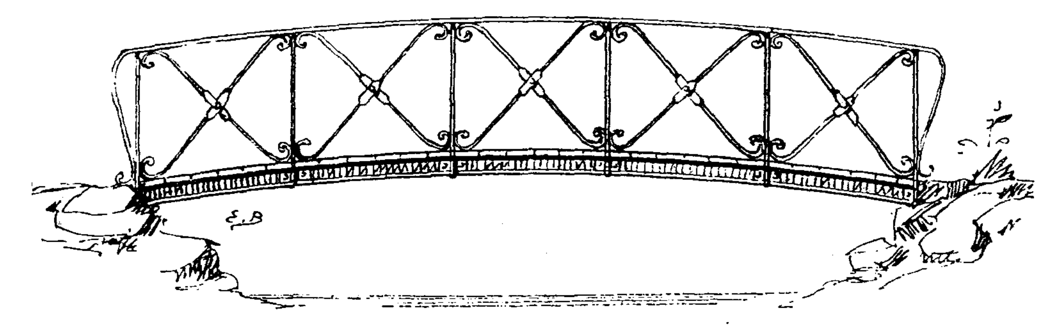


Fig. 386.

El tablero va recubierto de madera o tablas de encina o madera dura como en las pasarelas precedentes.

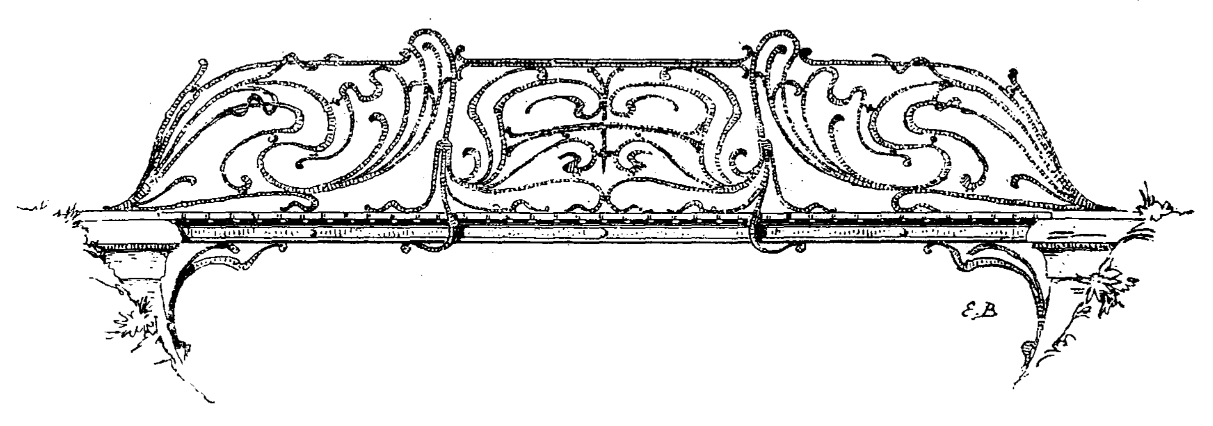


Fig. 387.

El decorado de la barandilla puede variar hasta lo infinito y son aplicables a ellas casi todos los motivos de balcones.

La figura 387 presenta un modelo de hierro forjado, estudiado según el género de arte moderno.

PASARELAS CON BARANDILLA FORMANDO VIGA

Para pequeñas dimensiones se construyen estas vigas con cuatro angulares de 0,04 × 0,04 m. (para el caso que nos ocupa, figura 388, de 1 m. de ancho y 6 m. de luz) reunidos por montantes de hierro cruciforme de 0,070 × 0,035 m., y cruces de San Andrés de hierro plano de 0,050 × 0,007 m. Se puede

decorar esta barandilla de la manera indicada o de cualquier otro modo.

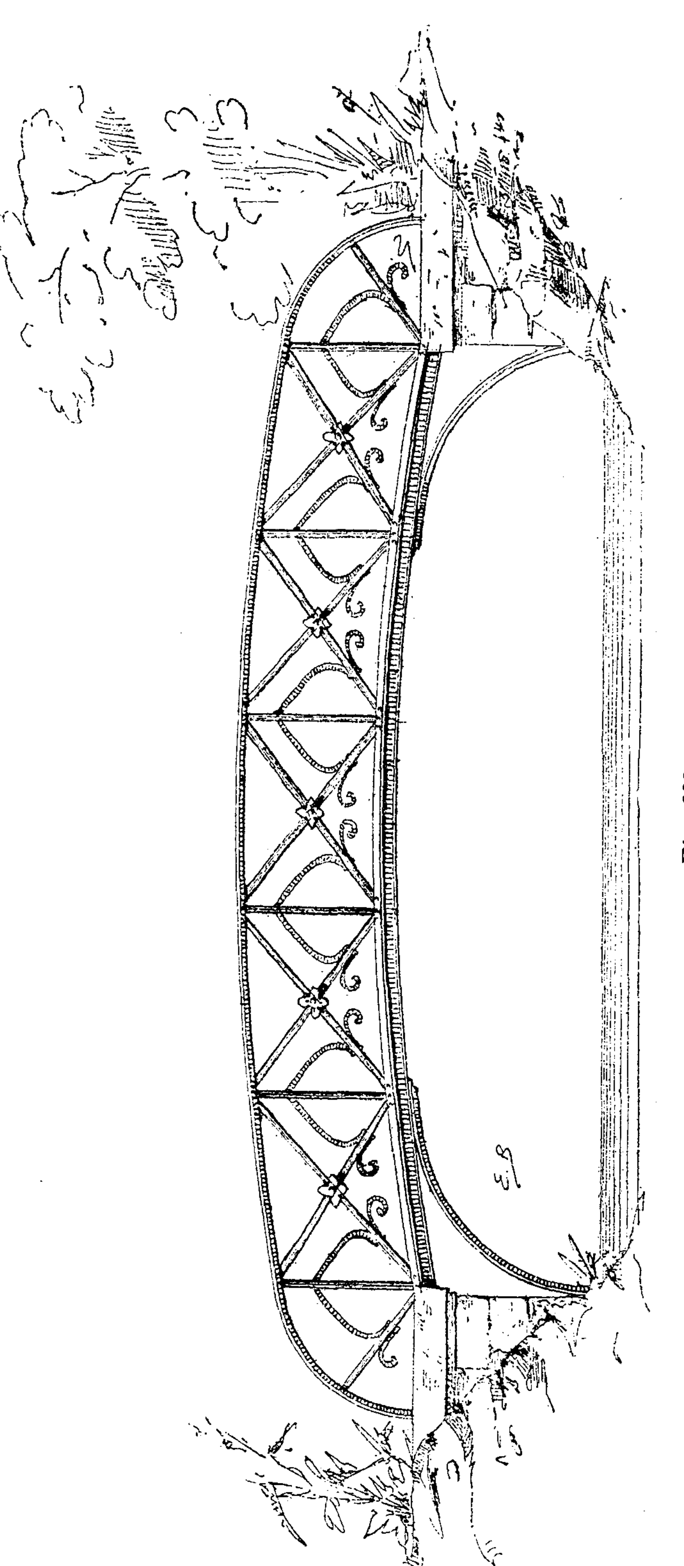


Fig. 388.

Las vigas son aliviadas por consolas de hierro T a las que se unen con pernos. Estas vigas están reunidas por riostras o viguetas transversales de hierro angular de 0,04 × 0,04 m., cuyas alas descansan sobre el angular interior y van unidas al montante de hierro cruciforme por un relleno colocado entre los dos angulares riostras y dos cartabones que unen y refuerzan el ángulo al mismo tiempo.

El arriostramiento del tablero es de hierro plano y forma cruces de San Andrés en cada espacio entre dos riostras; el entablonado puede ser colocado a lo largo o de través.

Obsérvese que para contribuir a la estabilidad de la viga los dos angulares superiores terminan en cuadrante y van a empotrarse; la parte superior de la

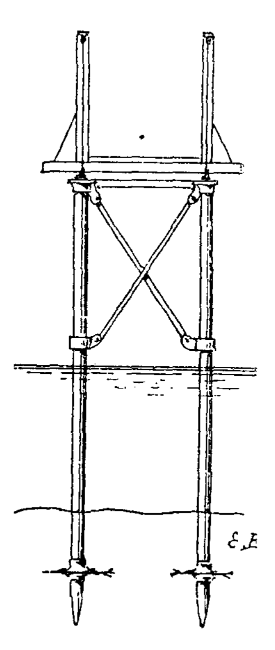
viga va guarnecida con una media caña de 0,050 × 0,011 m. que hace de pasamano.

Del arriostramiento

Cuando no se opone a ello el espacio disponible y la pasarela muy estrecha tiene una gran longitud, se puede reemplazar o completar el arriostramiento por vientos de hierro redondo anclados bastante lejos del estribo y que mantienen la pasarela por fuertes amarres en dos puntos de su longitud dividida, por ejemplo, en tres partes.

Pilotes de tornillo y de hinca

Suponiendo siempre una pasarela estrecha, podemos admitir que pueda ser muy larga; entonces es indispensable sostenerla. Para ello podemos emplear varios medios, según la naturaleza de los terrenos de que se trate; para terrenos margosos, por ejemplo, podemos servirnos de los pilotes de tornillo construídos con un tubo hueco de 0,08 m. de diámetro lleno en su extremidad por un azuche de hierro forjado que lleva encima, y a una distancia de 0,20 m. aproximadamente, una zapata redonda de 0,60 m. de diámetro, de chapa de 0,008 a 0,010 m., hendida en cuatro o seis partes, levantada en hélice y fijada al pilote por medio de dos anillos de fundición, cuya sección tiene la forma de un angular (fig. 389).


Fig. 389.

Se atornillan los dos pilotes en su sitio, se les enlaza por una cruz de San Andrés, se nivelan y se colocan encima dos mesetas que servirán de apoyos a las vigas de la pasarela.

Otro medio que se puede emplear cuando se trate de un

terreno de subsuelo consistente, es tomar un piquete de hierro hueco al que se le adapta un azuche como en el caso precedente; se le guarnece con un sombrerete de chapa y se hinca con martinete en el sitio que deba ocupar hasta que se apoye en el suelo resistente.

Los otros detalles son semejantes a los del pilote de tornillo.

PASARELAS ENTRE EDIFICIOS

Las pasarelas se emplean para reunir dos cuerpos de edificio separados por un patio, una calle o un curso de agua.

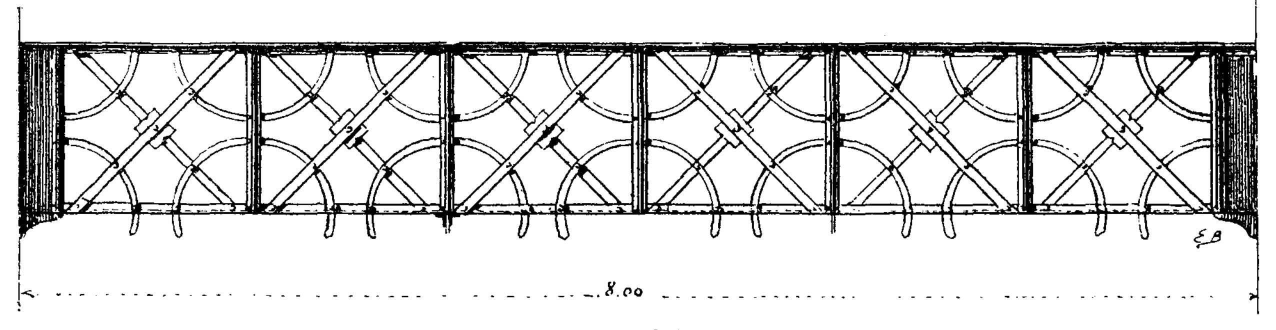


Fig. 390.

La figura 390 indica una pasarela, en la cual la barandilla se ha utilizado como viga; el corte (fig. 391) indica una disposición de tablero con viguetas transversales salientes para sostener unos contrafuertes de la barandilla.

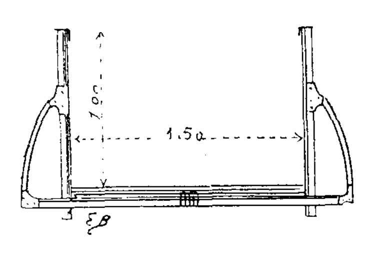


Fig. 391.

Estas pasarelas pueden hacerse también suspendidas por dos o cuatro tirantes de hierro redondo anclados en los muros de los edificios que se quieren reunir, pudiendo regularse la tensión por medio de farolillos o manguitos de doble rosca. En este caso las barandillas van colocadas por el interior de estas suspensiones y tocando con ellas.

Subtender o sostener por medio de consolas son también soluciones aplicables a las pasarelas que ya hemos descrito en los capítulos precedentes.

Para ciertos servicios, entre oficinas o almacenes, por ejemplo, se hacen las pasarelas cubiertas (fig. 392) y en cier-

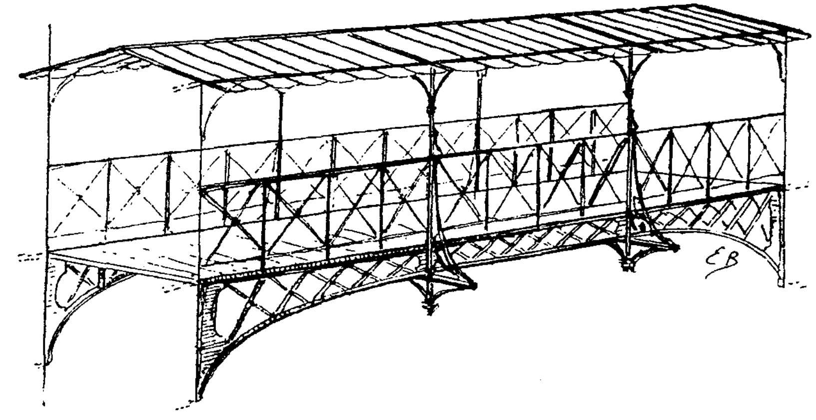


Fig. 392.

tos casos cubiertas y con las paredes de cristales, pero con el zócalo de chapa llena.

Pasarelas colgantes

La construcción colgante es también muy decorativa; empleada en ciertos medios, presenta un atrevimiento que no

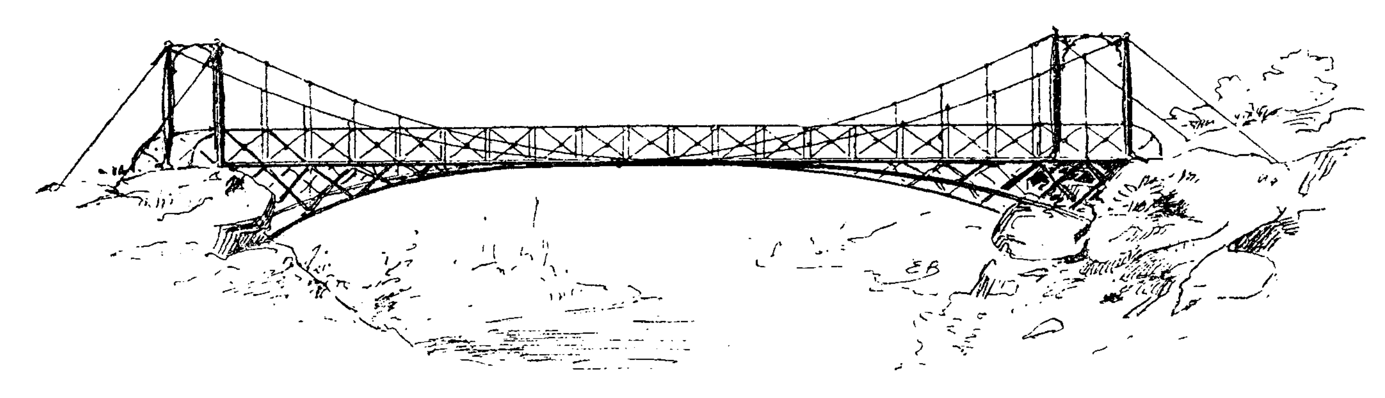


Fig. 393.

tienen los otros modos de construcción; el que representamos en la figura 393 se supone que une entre sí dos pequeñas alturas.

Esta pasarela tiene aproximadamente 20 m. de luz y 2,50 m. de anchura; está compuesta por una viga ligera de arco en celosía que lleva la barandilla y va suspendida al

cable de alambre por veinte péndolas verticales compuestas de diez hilos.

Las horcas son de fundición, oscilan sobre una ancha base tranversal y están unidas por sus cabezas; los cables van anclados a 5 m. de distancia.

Pequeños puentes

PEQUEÑO PUENTE DE 12 METROS DE LUZ

Entre dos estribos de piedra, la viga de 12 m. de luz está compuesta con dos hierros en T de 70 × 100 × 9 mm. reunidos entre sí por teleras de chapa de 0,009 m. de grueso y remaches de 0,014 m.

Las viguetas transversales, de 1,75 m. de largo, son de hierro doble T de 80 mm.; el arriostramiento es de hierro plano de 50 × 9 (fig. 394).

PEQUEÑO PUENTE DE 15 METROS DE LUZ Y 4,10 METROS DE ANCHO

En arco como el que acabamos de describir, pero con mayor luz y más anchura; puede estar construído con vigas de montantes con los recuadros de chapa calada o vacíos como indica nuestro croquis (figura 395).

Cada viga está compuesta de:

Un alma de chapa de.	9 mm.
Cuatro angulares.	70 × 70 × 10 mm.
Montantes T al exterior	100 × 60 × 10 »
Chapas de relleno.	9 mm.
Tablas superiores.	160 × 10 mm.
» inferiores	150 × 10 y 180 × 10 mm.

En la figura 396 (corte) se ve que las viguetas transversales en doble T de 0,180 m. están colocadas encima de las

vigas para formar las aceras y van reunidas por pequeños largueros de hierro T que sostienen el tablero de madera.

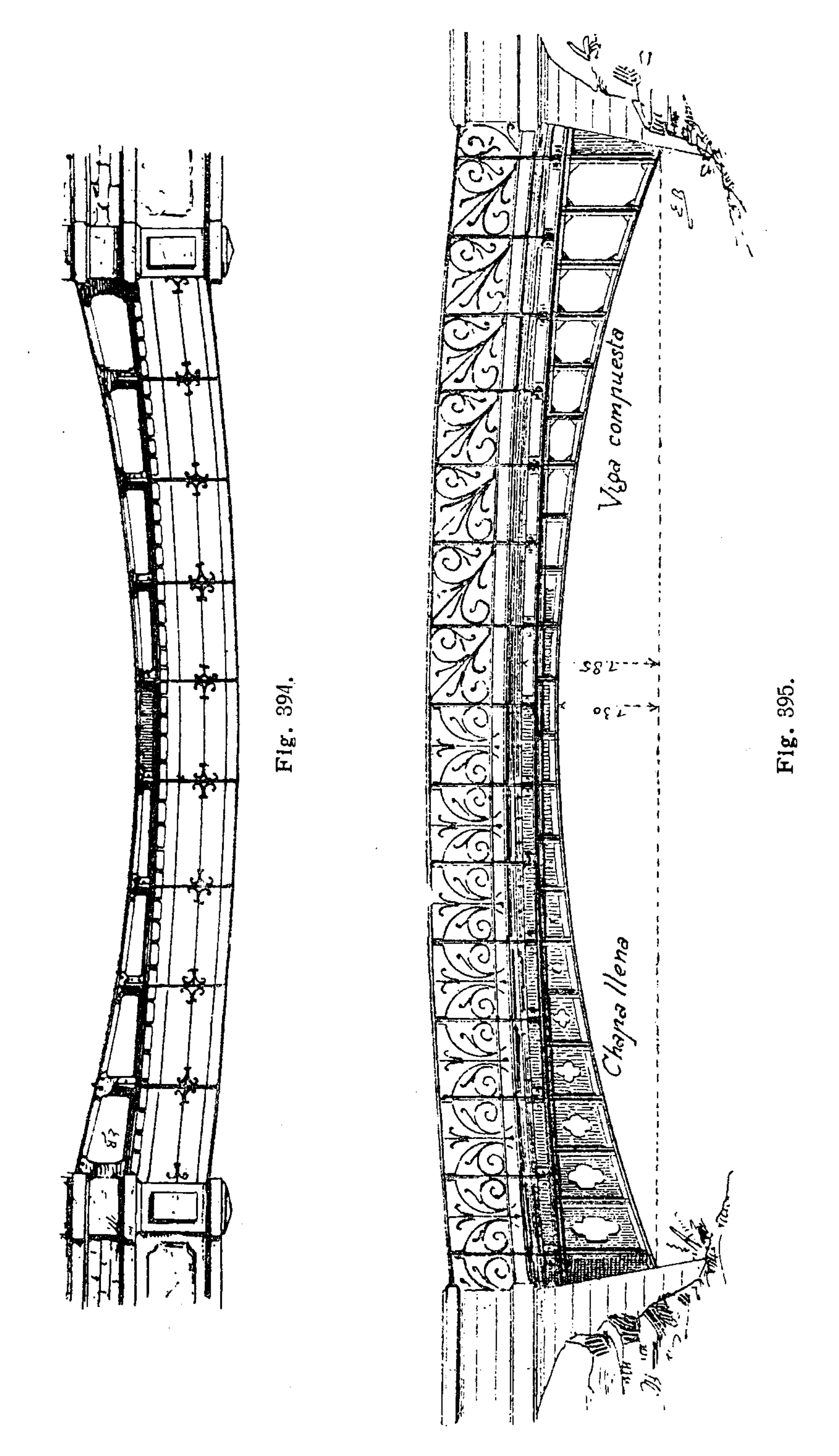


Fig. 394.

Fig. 395.

El puente puede también ser cubierto por bovedillas (figura 397).

La figura 398 da la sección de la viga sin la tabla suplementaria inferior.

En la figura 395 damos dos variantes de barandilla que puede hacerse con pletina arrollada.

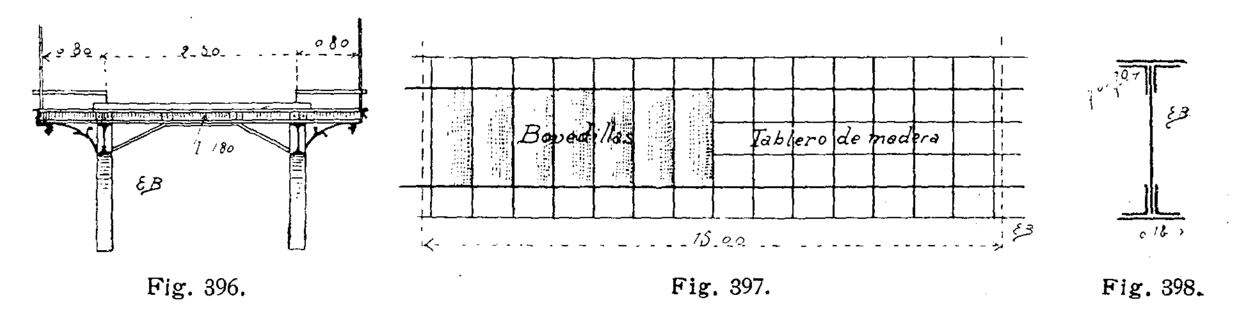


Fig. 396. Fig. 397. Fig. 398.

Puente de carretera de 8 metros de luz, 4,10 metros de ancho y 3 metros de eje a eje de vigas

Este puente está compuesto de dos vigas reunidas por viguetas transversales. Dos viguetas remachadas a las cabe-

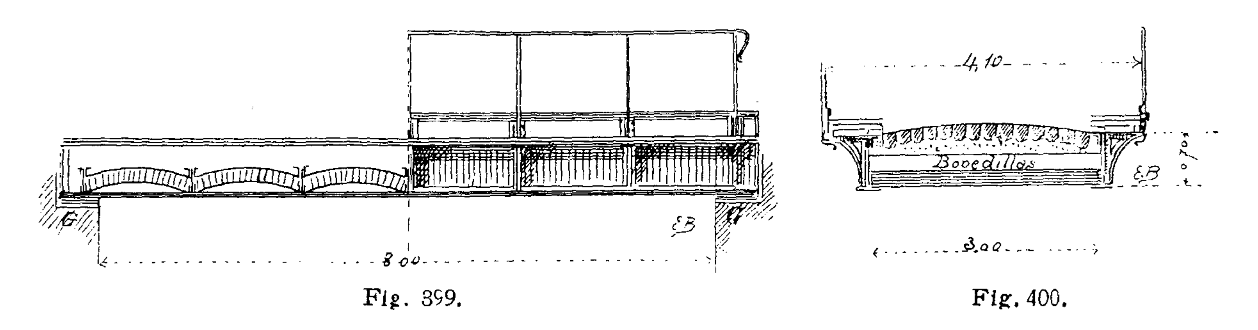


Fig. 399. Fig. 400.

zas de las viguetas transversales y un arriostramiento horizontal de cruces de San Andrés completan el armazón del

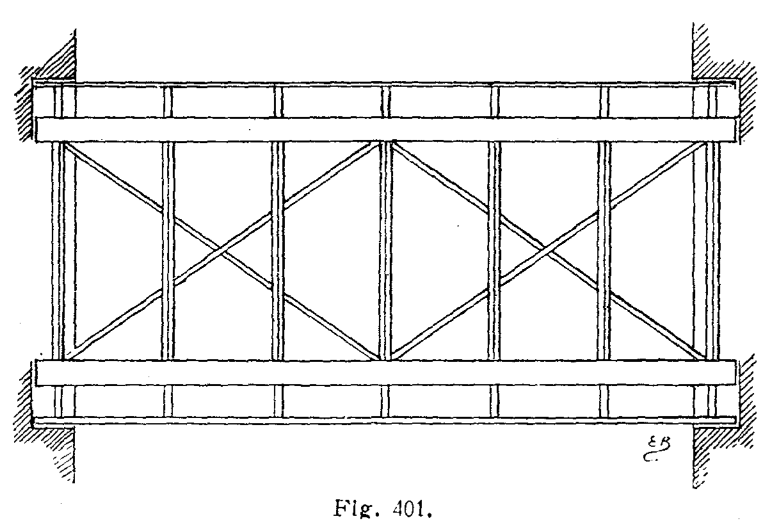


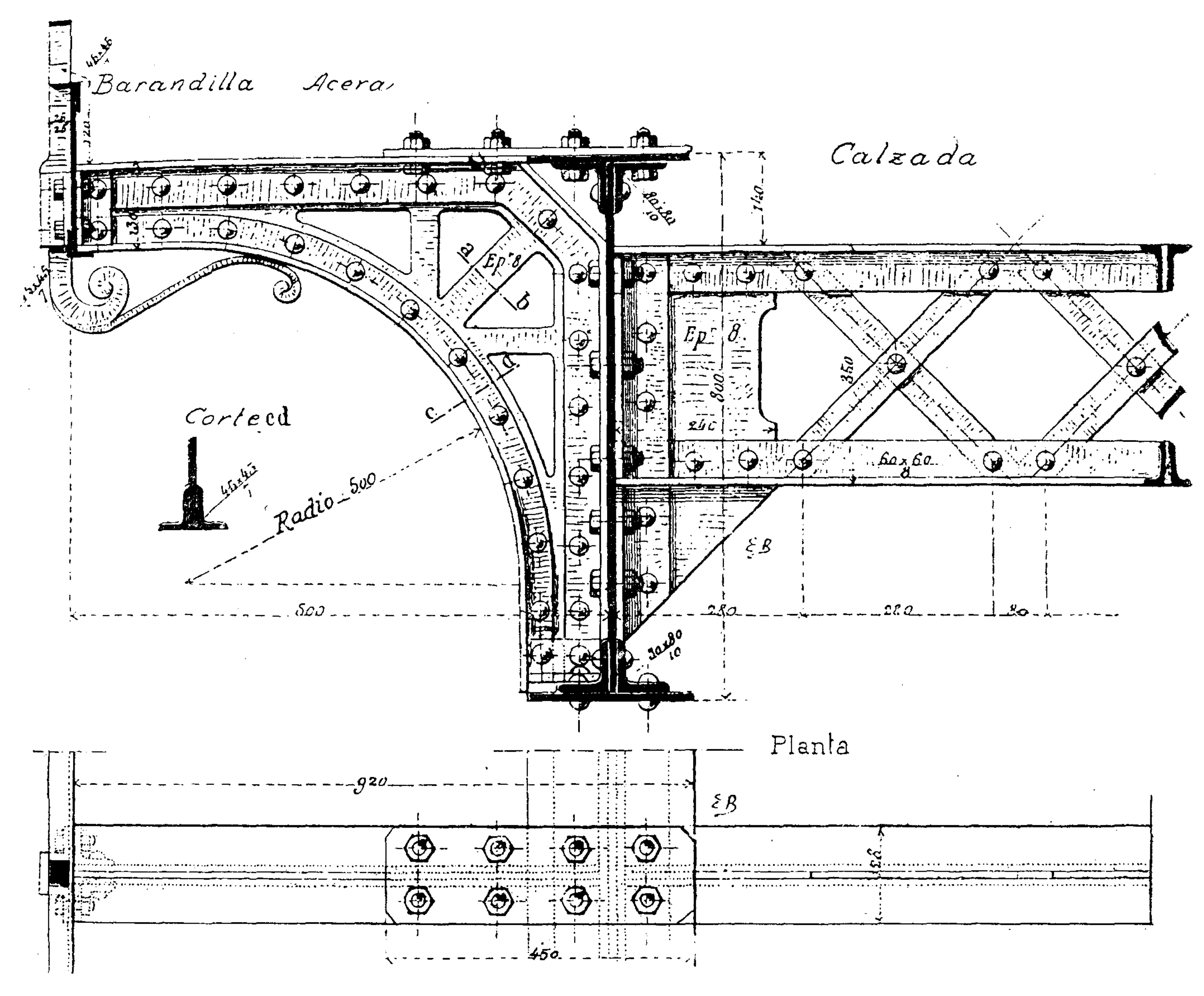
Fig. 401.

tablero (figs. 399, 400 y 401). El tablero está formado por bovedillas de ladrillo con macadam o adoquinado encima;

hemos supuesto las aceras de madera bordeadas por un angular de $60 \times 60 \times 9$ mm. a modo de mamperlán.

Composición de las piezas

Las vigas están compuestas de		alma	700×10
		angulares	$90 \times 90 \times 10$
		tablas	300×10
Las viguetas transversales	de	alma	250×7
		angulares	$70 \times 70 \times 9$
Las vigas de orilla	de	alma	250×7
		angulares	$45 \times 45 \times 7$
El arriostramiento	de	hierro plano	80×9
		cartelas de chapa	9 mm.



Figs. 402, 403 y 404.

La consola que representamos en las figuras 402, 403 y 404, está aplicada a una variante del mismo puente con

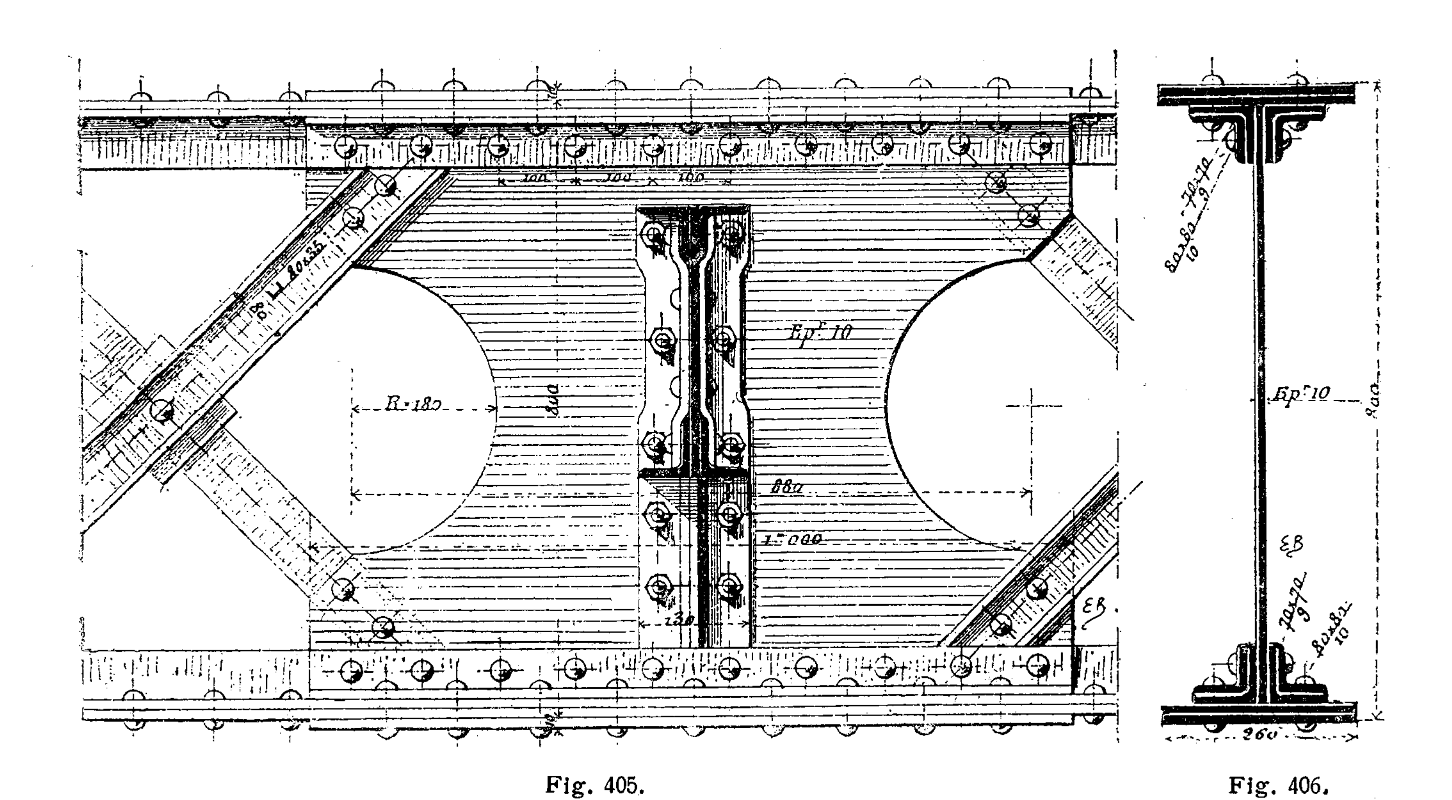


Fig. 405.

Fig. 406.

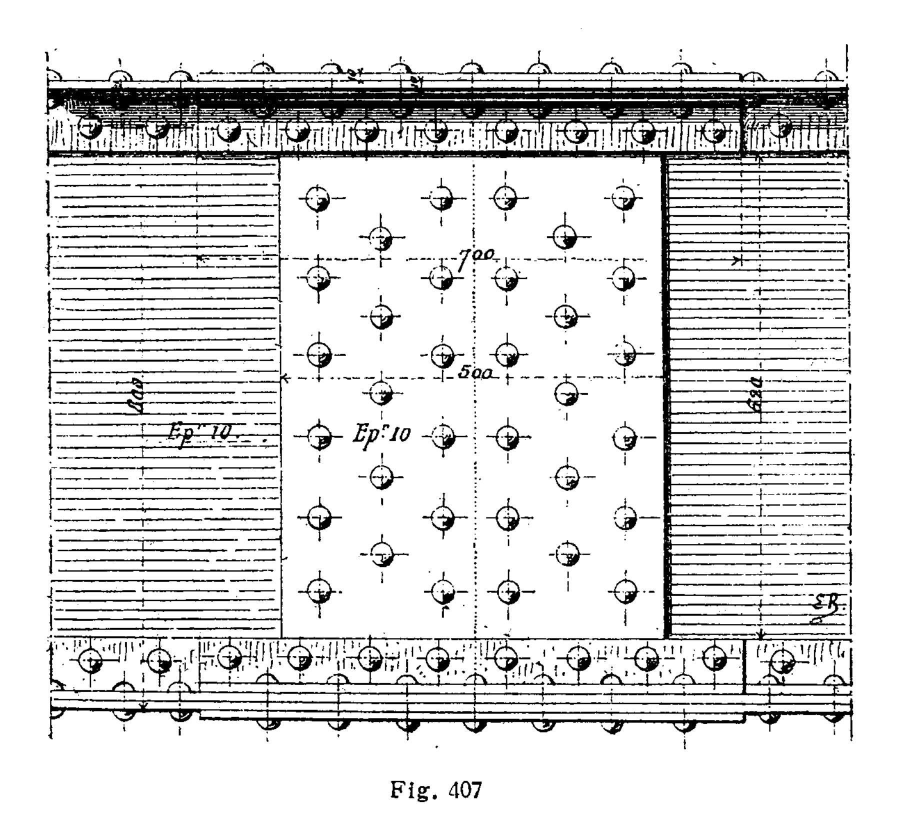


Fig. 407

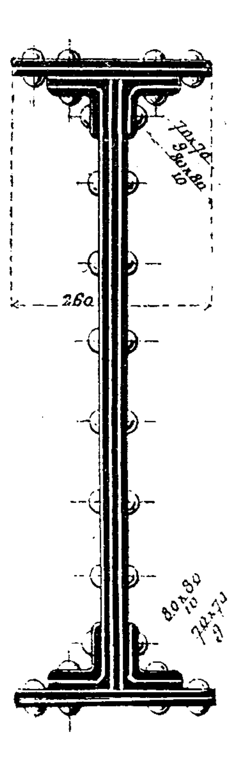


Fig. 408.

vigas de 0,80 m. de altura, crucetas de hierro en U y viguetas transversales de celosía, para tablero de madera.

La consola está compuesta de	alma.	8 mm.
	angulares	45 × 45 × 7
Vigueta de orilla	alma.	250 × 7
	angulares	45 × 45 × 7
Brida de unión de la consola	. . . .	128 × 11
Vigueta transversal	crucetas planas . .	60 × 8
	angulares	60 × 60 × 8

La viga de celosía (figs. 405 y 406) está compuesta de:

Crucetas en U	80 × 35
Suplementos	10 mm.
Recuadro lleno	10 »
Angulares	80 × 80 × 10
» cubrejuntas	70 × 70 × 9

La unión de las partes de las vigas en celosía se efectúa:

1.° Por la cubrejunta misma;

2.° Por angulares de ángulo redondeado como se indica en el alzado y en el corte;

3.° Por tablas de recubrimiento de juntas en una longitud igual a la cubrejunta del alma.

La mitad de los remaches de la junta son colocados cuando el montaje.

La unión de las partes de vigas de alma llena se hace por cubrejuntas (figs. 407 y 408); el corte está dado por la junta misma e indica las diferentes secciones en este punto en que la viga es completamente doble.



CAPÍTULO VII

Escaleras de hierro

GENERALIDADES SOBRE LAS ESCALERAS. — De la huella. De la compensación. Altura y anchura de los peldaños o escalones. Dimensiones de los rellanos. Naturaleza y dimensiones de los peldaños. Altura de paso.

DIVERSAS DISPOSICIONES DE ESCALERAS. — Escalera de molinero, escalera de tramo recto. Escalera entre muros. Escalera de caracol. Escalera de espigón. Escalera de zanca. Escalera circular. Escalera de una sola zanca central. Escalera interrumpida por rellanos. Escalera semicircular. Escalera a la imperial. Escalera en herradura. Falsas zancas. Consolidación de las escaleras de piedra.

CONSTRUCCIÓN DE LAS ESCALERAS DE HIERRO. — Ventajas del empleo del hierro. Peldaños de hierro y mampostería. Peldaños de piedra. Peldaños desmontables de piedra y de madera. Peldaños sobre cremalleras. Peldaños de chapa estriada.

ZANCAS. — Zancas de cremallera, recortadas. Zancas de cremallera, compuestas. Zancas de cremallera de hierro plano. Cremallera de empotramiento. Zancas a la francesa. Diversas secciones de zancas de hierro. De hierro y madera. De hierro y estuco.

BARANDILLAS. — Dimensiones. Barrotes de cuello de cisne. Barrotes con tetones. Barrotes con grapas.

RELLANOS. — Rellano recto. Rellano de ángulo. Rellano sesgado. Rellano sobre montantes verticales. Rellano sobre viguetas voladas. Ensambles de las zancas en los rellanos.

Generalidades sobre las escaleras

Aunque nuestro programa no comprende exclusivamente más que la construcción propiamente dicha de escaleras de hierro, es decir, la aplicación de este metal con exclusión de la madera, de la piedra, de la mampostería, etc., sin embargo,

pasaremos una rápida revista a las principales disposiciones y dimensiones que deben observarse en el estudio y en la construcción de las escaleras, así como a las formas generalmente empleadas.

A este efecto hemos reunido algunos de los diversos tipos cuyo empleo es más frecuente.

La escalera sirve para poner en comunicación los diversos pisos de un edificio; es una serie de peldaños o escalones colocados unos más altos que otros y formando salientes, y están constituídos por la parte horizontal llamada huella y por la parte vertical o contrahuella.

De la huella

En las escaleras rectas la anchura del escalón tomada en el centro de su longitud es la huella.

En las escaleras compensadas o con escalones en disminución, de más de 1 m. de anchura, la longitud de huella debe ser tomada paralelamente a la proyección horizontal de la barandilla y a 0,50 m. de distancia de ésta.

La línea formada por las huellas sucesivas toma el nombre de *línea de huella o de paso*.

Esta distancia de 0,50 m. desde la barandilla representa el eje del lugar ocupado por una persona que sube o baja apoyándose en el pasamano.

Compensación

La repartición de la anchura de los peldaños en las partes curvas y rectas, se efectúa sobre el trazado; se determina por lo pronto el número de escalones en disminución que se juzgue necesario, se fija la dimensión mínima del lado más estrecho, después se toma con el compás la dimensión de la huella y se traza disminuyendo gradualmente la abertura de

las piernas del compás hasta que quede igual a la dimensión más pequeña tomada como punto de partida.

Por medio de tanteos que la práctica hace fáciles es como se llega al mejor resultado. Los métodos geométricos no se emplean casi nunca y dan siempre lugar a rectificaciones.

Altura y anchura de los escalones y de los rellanos

La altura y la anchura de los escalones son muy variables, y en general están obligadas por el espacio reservado o caja de la escalera; en principio, cuanto más ancho es el escalón más pequeña debe ser la contrahuella o altura de aquél.

Las anchuras de los escalones varían desde 0,23 a 0,40 m., y las alturas de 0,11 a 0,19 m., siendo éstos unos valores mínimo y máximo que no deben nunca rebasarse.

Las dimensiones más corrientes dan de 0,25 a 0,35 de anchura y 0,155 a 0,165 m. de altura; dentro de estos límites la escalera es siempre fácil de subir y produce poco cansancio.

Al nivel del piso, o sea en los escalones de arranque, se da generalmente más anchura a las tres primeras huellas; a la primera + 0,03 m., a la segunda + 0,02 m. y a la tercera + 0,01 m.; así, por ejemplo, para una escalera cuya huella es igual a 0,30 m. la primera huella tendrá 0,33, la segunda 0,32 y la tercera 0,31.

Cuando no hay precisión de atenerse a dimensiones fijas para la caja y para la altura que hay que salvar al hacer el estudio de un proyecto, se puede establecer la huella tomando $2h + l = 0{,}60$ a 0,66 m., fórmula en la cual el duplo de la altura h más la longitud l son iguales a 0,60 hasta 0,66; esta fórmula da siempre buen resultado.

Se ve, pues, que cuanto más se aproxime a la vertical la inclinación de la escalera más altos deberán ser los escalones,

y que cuanto más se aproxime a la horizontal deberán ser tanto más bajos.

Una escalera ordinaria, para ser cómoda debe mantenerse en una inclinación de 24 a 30°; debe estar formada por escalones de altura uniforme, por lo menos para cada tramo o diferencia de altura entre los pisos (de pavimento a pavimento).

Rellanos o descansillos

Los rellanos más reducidos deben tener por lo menos 0,80 m. de anchura, y en todo caso, no debe ésta ser nunca inferior a la suma de tres huellas tomadas en sentido horizontal; esto se refiere a las escaleras de servicio y a otras pequeñas escaleras para las que no se dispone a menudo más que de un espacio reducido.

En todos los demás casos, es preciso, por regla general, dar a los rellanos la mayor anchura posible.

Naturaleza y dimensiones de los escalones

Los escalones se hacen de mampostería con embaldosado, cemento, etc., de madera de pino, de pino resinoso, de encina, de haya (rara vez), de piedra, de mármol y de hierro.

Los espesores para los escalones de madera varían de 0,027 a 0,054 m.; para grandes escaleras, por ejemplo, de estaciones, el espesor de los escalones alcanza 0,07 m.

El acepillado reduce estas dimensiones a 0,025, 0,032, 0,050 y 0,065 m.

Los espesores para escalones de piedra son igualmente variables; ordinariamente son de 0,06 a 0,08 m.; sin embargo, en escaleras poco expuestas se puede emplear la loseta de mármol hasta un límite de 0,03 m. de grueso, teniendo cuidado de dejarla perfectamente apoyada sobre una superficie de yeso o de mortero.

Altura de paso

Una cuestión importante en la construcción de una escalera, de la cual hay que preocuparse ya al hacer el estudio del proyecto, es la de las alturas de paso.

En la escalera más frecuente, la de una casa de alquiler, deberá tenerse en cuenta:

1.° Altura del hueco debajo de la escalera para el descenso al sótano; hacen falta por lo menos 14 escalones para obtener una puerta de 2 m. de altura, dimensión que según la importancia de la construcción y su destino puede reducirse a 1,80 m. y hasta a 1,75 m.

2.° Los pisos bajos, teniendo siempre mayor elevación que los demás pisos, necesitan también mayor número de escalones; como el rellano de llegada es invariable, no se puede obtener el número necesario más que avanzando el arranque de la escalera en el vestíbulo con el número de escalones exigido; resulta que el rellano del primer piso pasa por encima del sexto o del séptimo escalón, y reduce proporcionalmente la altura del hueco.

Se remedia este inconveniente aumentando la altura de los escalones para disminuir su número, y pasar con el rellano por encima del tercero o cuarto escalón.

Los escalones de la primera vuelta pueden sin inconveniente aumentarse en 0,008 a 0,010 m.; es principalmente en los pisos superiores donde conviene suavizar la pendiente formada por los escalones sucesivos.

La altura de paso no debe nunca ser inferior a 2,20 m.; por debajo de esta dimensión, que damos como mínima, el paso de los muebles estropea el techo.

El punto de arranque de la escalera debe encontrarse debajo del rellano del primer piso.

Diversas disposiciones de escaleras

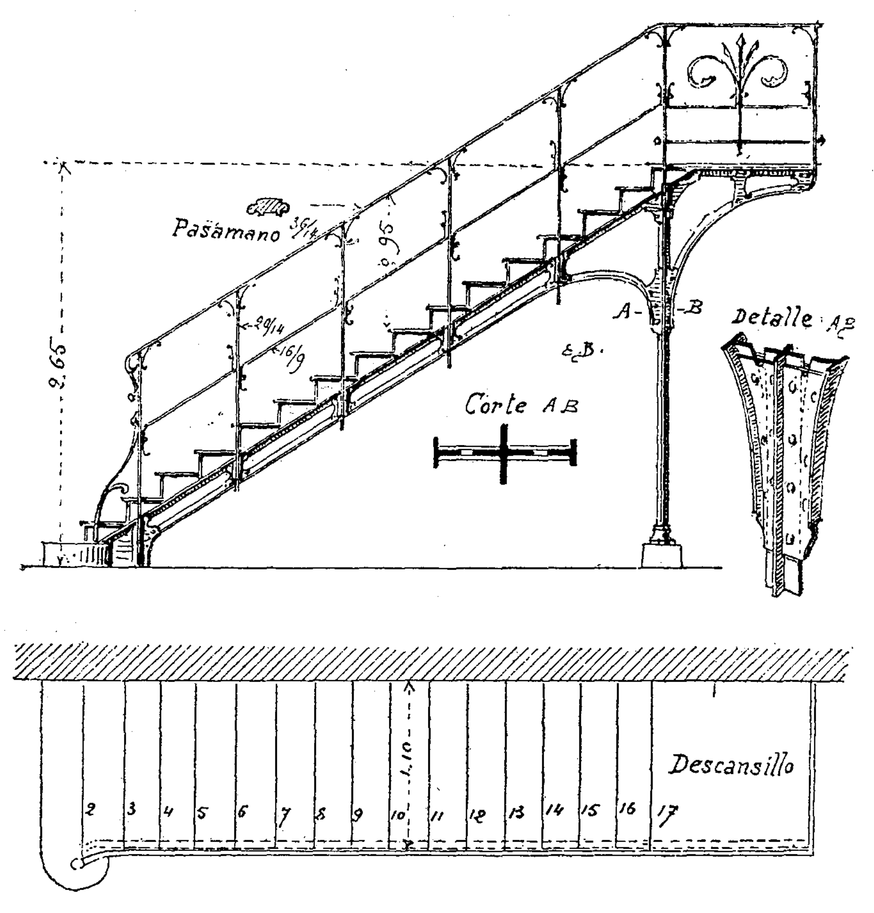
Escalera de molinero

La escalera de molinero es un simple tramo recto sin contrahuellas; su inclinación alcanza, y algunas veces pasa, los 45°; las dimensiones de los escalones son aproximadamente de 0,20 m. de anchura y 0,20 m. de altura.

La misma disposición se emplea para las escaleras de sótanos.

Escalera de tramo recto

Esta escalera se emplea generalmente al exterior; sus dimensiones son las ordinarias de 0,90 a 1,20 m. de anchura;



Figs. 409 a 413.

puede estar sostenida por consolas, columnas o pies derechos.

En el ejemplo que damos en las figuras 409 y 410, la zanca está formada por dos hierros T de 45 × 50 mm. unidos por cartelas o placas de chapa de 4 mm., y el pie derecho por un hierro cruciforme de 0,10 m., sobre el cual vienen a unirse los hierros T inferiores en forma de consola.

Las figuras 411, 412 y 413 indican la unión y los detalles. Una cremallera de hierro plano 30×7 recibe las contrahuellas y las huellas de chapa estriada, que por la otra extremidad van empotradas.

Escalera entre muros

En esta disposición no existe la zanca; las huellas y contrahuellas van empotradas en cada extremidad; las paredes de mampostería sirven a la vez de muros de zanca y de barandillas; a menudo se empotra en el muro un pasamano, bien sea de hierro redondo, bien de hierro plano recubierto de una moldura de madera.

Volveremos a ocuparnos de este género de escaleras al describir la construcción de los escalones.

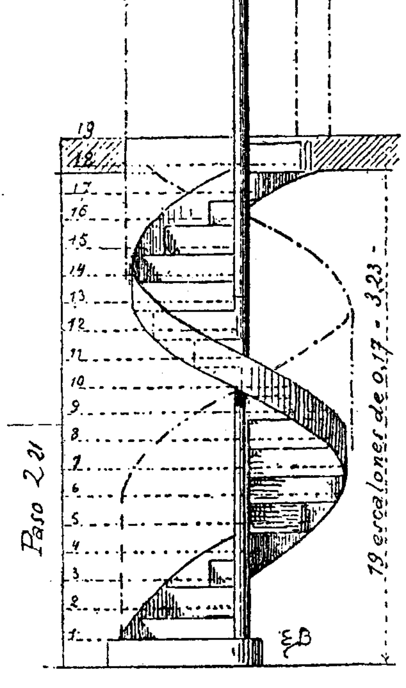


Fig. 414.

Escalera de caracol

Estas escaleras son de dos clases; primeramente las de espigón macizo, que sostiene todos los escalones (figuras 414 y 415); cada contrahuella es una especie de ménsula independiente, solidarizada con las demás por la zanca exterior.

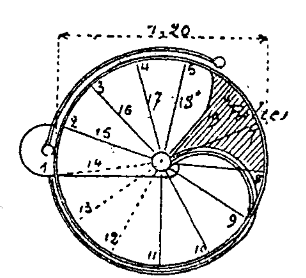


Fig. 415.

En el caso en que esta escalera esté contenida en una

caja circular o cuadrada, puede suprimirse la zanca, y las huellas son sostenidas por empotramiento. Si existen tan sólo algunos puntos de contacto con los muros hay que aprovecharlos para fijar en ellos la zanca por empotramientos apropiados y aliviar de este modo las ménsulas formadas por las contrahuellas.

Trazado de una escalera de caracol. — Esta forma de escalera encuentra aplicación en los almacenes, tiendas, etc., para comunicar directamente, bien sea con el sótano, bien con el primer piso.

Ordinariamente se dispone de poco sitio, y estas escaleras se reducen a veces a una anchura de 0,50 y hasta 0,45 m.; reducido así de este modo el ancho de escalera, la anchura de la huella en el centro es muy débil, 0,15 m. para una longitud de peldaño de 0,50; se presenta aquí también la dificultad de la altura de paso o altura necesaria para mantenerse de pie durante la subida o la bajada.

Esta altura, con raras excepciones y para que la escalera satisfaga al objeto que se le ha designado, no debe ser inferior a 1,85 ó 1,90 m.; es fácil comprender que entonces se hace imposible aumentar la anchura de las huellas.

Si, por ejemplo, queremos tener 0,25 m. para apoyar sólidamente el pie, tendremos entonces, si se trata de una escalera de caracol de 0,50 m. de anchura, 0,30 de radio contando el radio de un espigón de 0,10 m. de diámetro, o sea $2\pi R = 1{,}8849$ m. de circunferencia en la línea media, y si dividimos 1,8849 m. por 0,25 m., obtendremos siete escalones y medio aproximadamente; tomemos ocho escalones y contemos con el máximo de altura de 0,19 m., tendremos así 1,52 m. de distancia vertical entre el escalón núm. 1 y el número 8, espacio insuficiente para estar de pie.

Se ve, pues, que estas pequeñas escaleras son forzosamente limitadas y obligadas para las alturas y anchuras de los escalones por una regla invariable imponiendo una división fija en la planta y una altura de escalón mínima.

Para evitar las pérdidas de tiempo ocasionadas por el tanteo damos aquí el procedimiento de trazado empleado por los constructores especiales, y que asegura siempre una altura de paso suficiente.

Una vez determinadas las dimensiones de emplazamiento y de altura que se ha de subir, se divide la circunferencia en 13 partes iguales (fig. 415) y la altura en trozos de 0,17 m. por lo menos.

Trece huellas en la planta dan 14 contrahuellas; deduciendo la que hace 14, pues es preciso pasar por debajo de ella, quedará un paso libre de 0,17 m. × 13 = 2,21 m.; y si se cuenta la altura de paso a la llegada se tendrán que deducir, para formar el rellano, dos escalones, o sea 2,21 — 0,34 = = 1,87 m.

Para aumentar en lo posible la altura de paso, se da al rellano la forma que indica la parte rayada (fig. 415).

En la construcción de hierro el espigón se construye, según la importancia de la longitud de huella, con tubos de 0,08 a 0,14 m. de diámetro, la zanca con pletina o chapa de 0,003 a 0,004 m., las contrahuellas con chapa de 0,0025 ó 0,003 m.

Las contrahuellas van guarnecidas arriba y abajo por un angular y, asimismo, en sus extremos; se unen con tornillos a la zanca y al espigón.

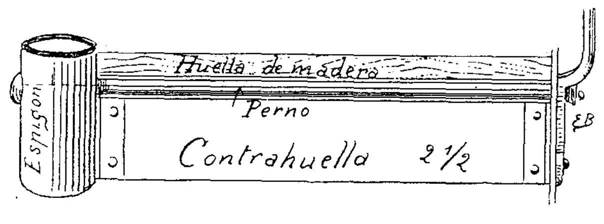
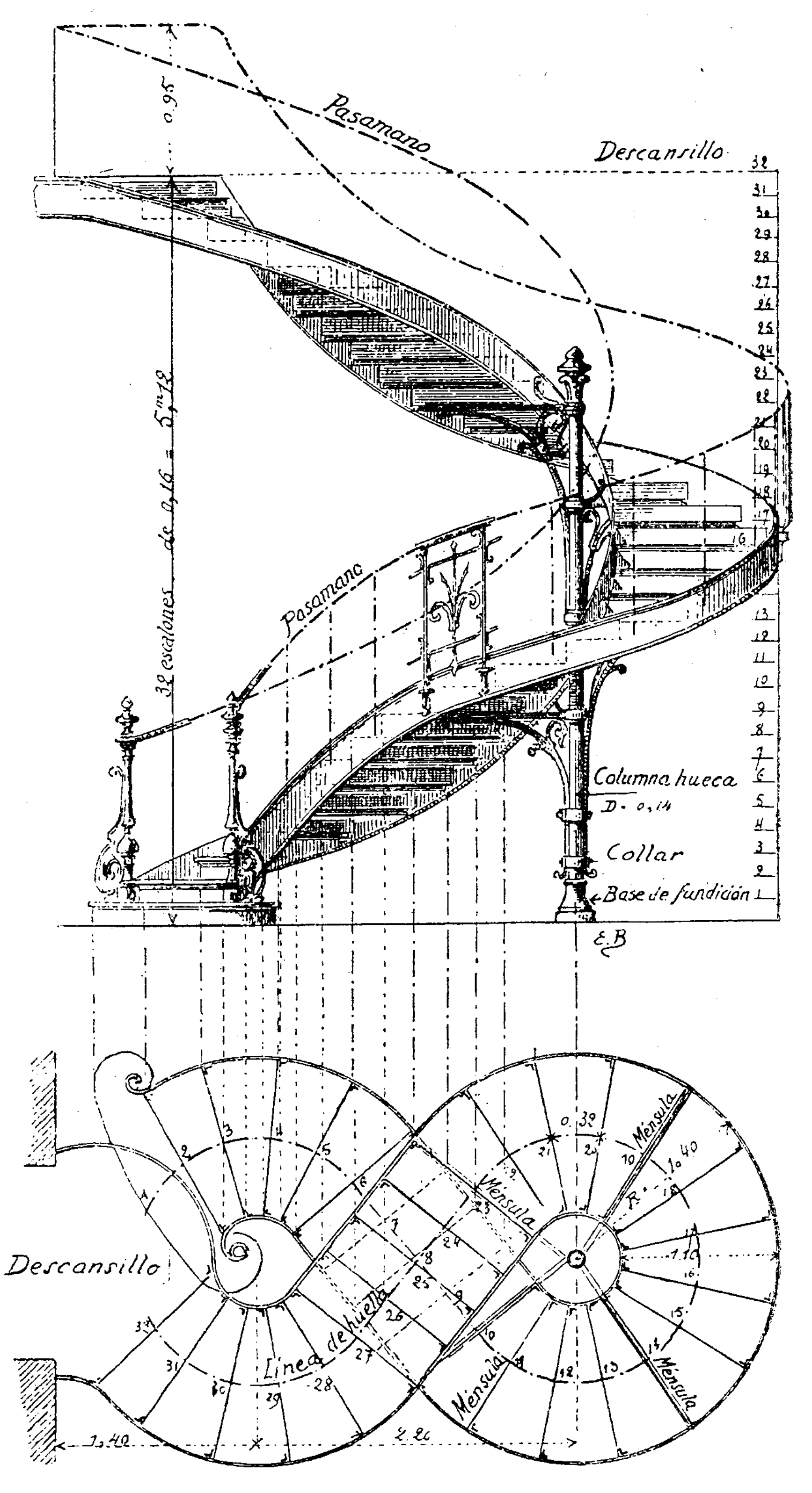


Fig. 416.

En la figura 416 damos una disposición de gran solidez que permite en las escaleras de pequeñas dimensiones reemplazar la zanca por una simple pletina de 50 × 7 mm.

Esta disposición consiste en tomar el angular que bordea la huella por la extremidad exterior más ancho de ala, 0,045 m.

aproximadamente, y pasar un perno de 0,014 m. que atra-



Figs. 417 y 418.

viesa el espigón, sigue por debajo de la huella y viene a unirse al barrote de la barandilla.

El segundo género de escalera de caracol es la escalera de ojo, más propiamente hablando escalera circular con zanca interior.

Esta escalera es mucho más cómoda que la de espigón, pero también necesita más espacio, menos, sin embargo, que las otras disposiciones cuadradas, rectangulares, etc.; se presta asimismo mucho mejor al decorado y puede ser empleada en habitaciones particulares, almacenes, oficinas, etc. El ojo debe mantenerse entre 0,40 y 0,60 m. de diámetro.

Las formas elíptica y oval son variantes de la escalera circular con ojo; la escalera en forma de ocho que presentamos en la figura 417 es muy decorativa.

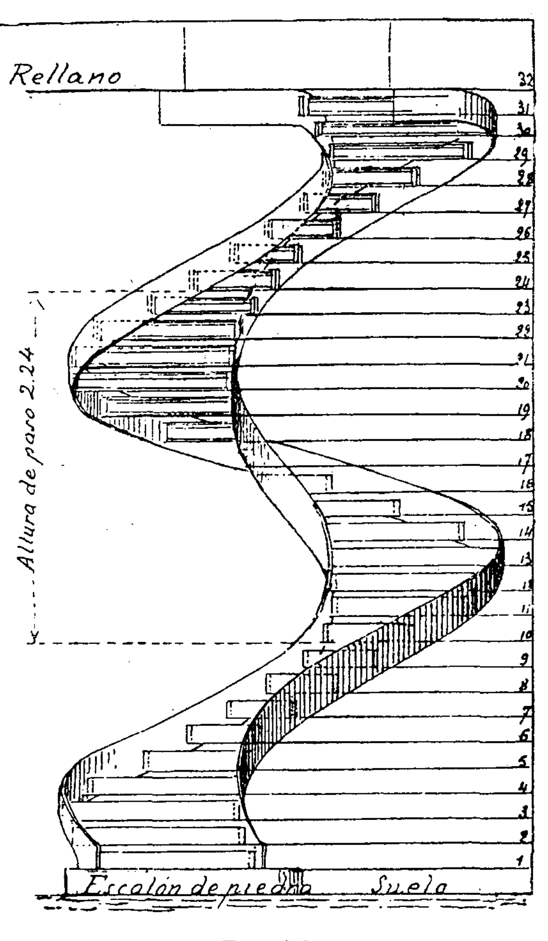


Fig. 419.

Principalmente en estas disposiciones especiales es donde el hierro demuestra bien todas sus ventajas, tanto desde el punto de vista de la fabricación, de los trazados, del labrado, como desde el de la elegancia, de la ligereza y de la delicadeza de formas.

La construcción del tipo que damos en las figuras 417, 418 y 419 es excesivamente sencilla; una doble zanca con la forma indicada va reunida por contrahuellas de chapa armadas de angulares y hierros en Z, según el croquis de la figura 421; un recortado calado en cada extremidad de las contrahuellas viene a aligerar el conjunto. Una alfombra de 0,70 a 0,75 m. va colocada en el centro y mantenida por

varillas sostenidas por pitones, como se ve en la figura 420; la figura 421 da el corte de las contrahuellas.

Uno de los anillos del ocho está sostenido por una columnita central, sobre la cual vienen a repartir la carga cuatro

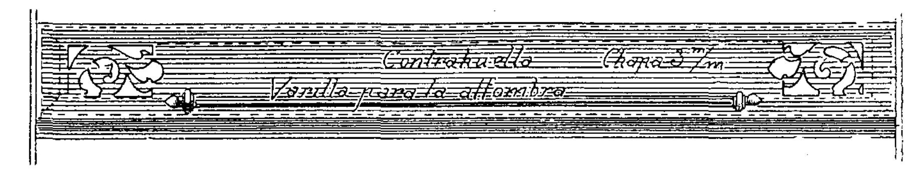


Fig. 420.

consolas; esta columnita peude estar motivada por un candelabro, un soporte de globos o cualquier otro alumbrado decorativo.

La parte superior está sostenida por viguetas voladas (como lo describimos más adelante al tratar de los rellanos), por medio consolas o sobre una segunda columna dispuesta en el eje del otro anillo del ocho.

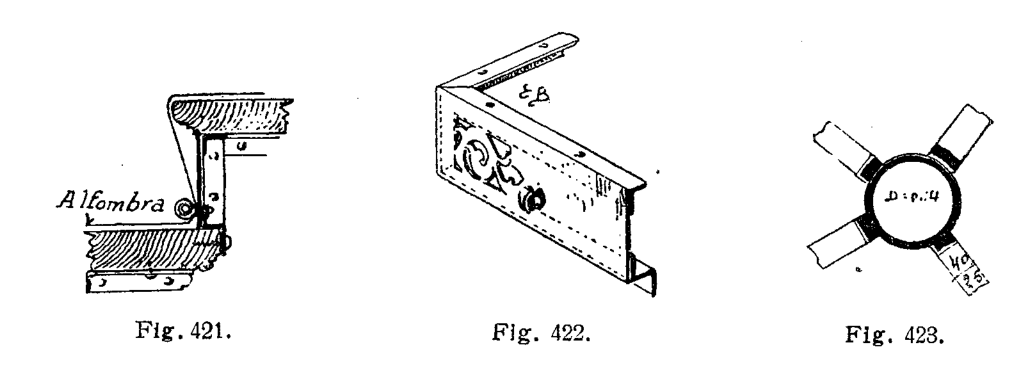


Fig. 421. Fig. 422. Fig. 423.

Esta escalera puede también construirse con cuatro columnas colocadas en los puntos de intersección formados en la planta por las zancas, separándolas lo bastante para dejar el espacio necesario para la barandilla y para el paso de la mano.

Las figuras 421, 422 y 423 indican el detalle de la contrahuella y la disposición de las consolas sobre la columnita.

La escalera circular se aplica también en las casas de alquiler, pero con un ojo mayor y con rellano de mayores dimensiones; su anchura varía entonces de 1,20 a 1,50 m.

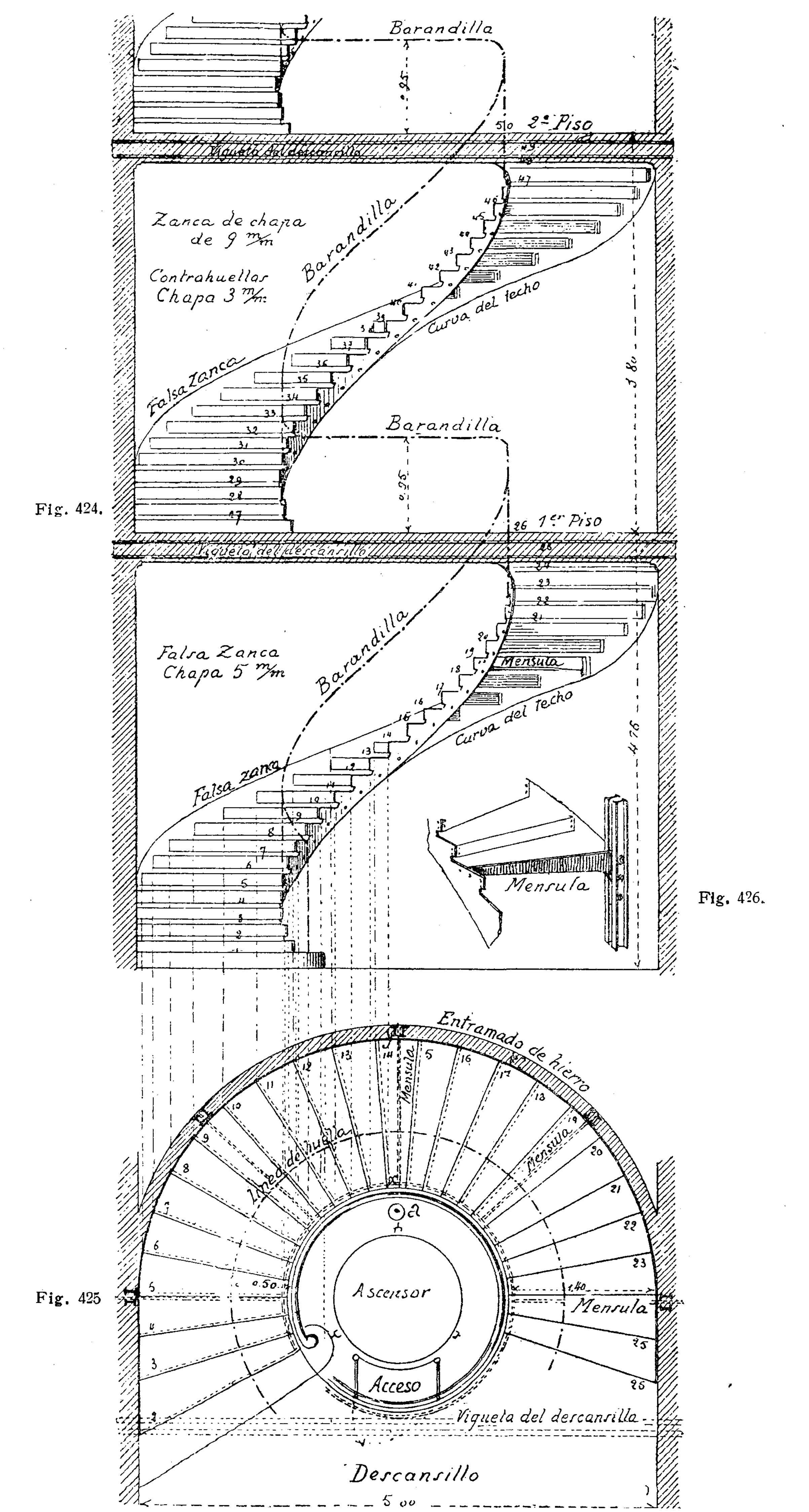


Fig. 424.

Fig. 425

Fig. 426.

El caso que presentamos en las figuras 424, 425 y 426 está contenido en una caja semicircular construída con entramado de hierro, de 0,15 m. de espesor comprendidos los enlucidos; como es imposible efectuar empotramientos en un tabique delgado, cada tramo descansa sobre cinco ménsulas de chapa de 0,011 m. empernadas entre los dobles montantes metálicos y enlazadas a la zanca por medio de fuertes escuadras. Para reunir las contrahuellas, una falsa zanca de chapa de 0,005 m. ocupa el contorno de la caja.

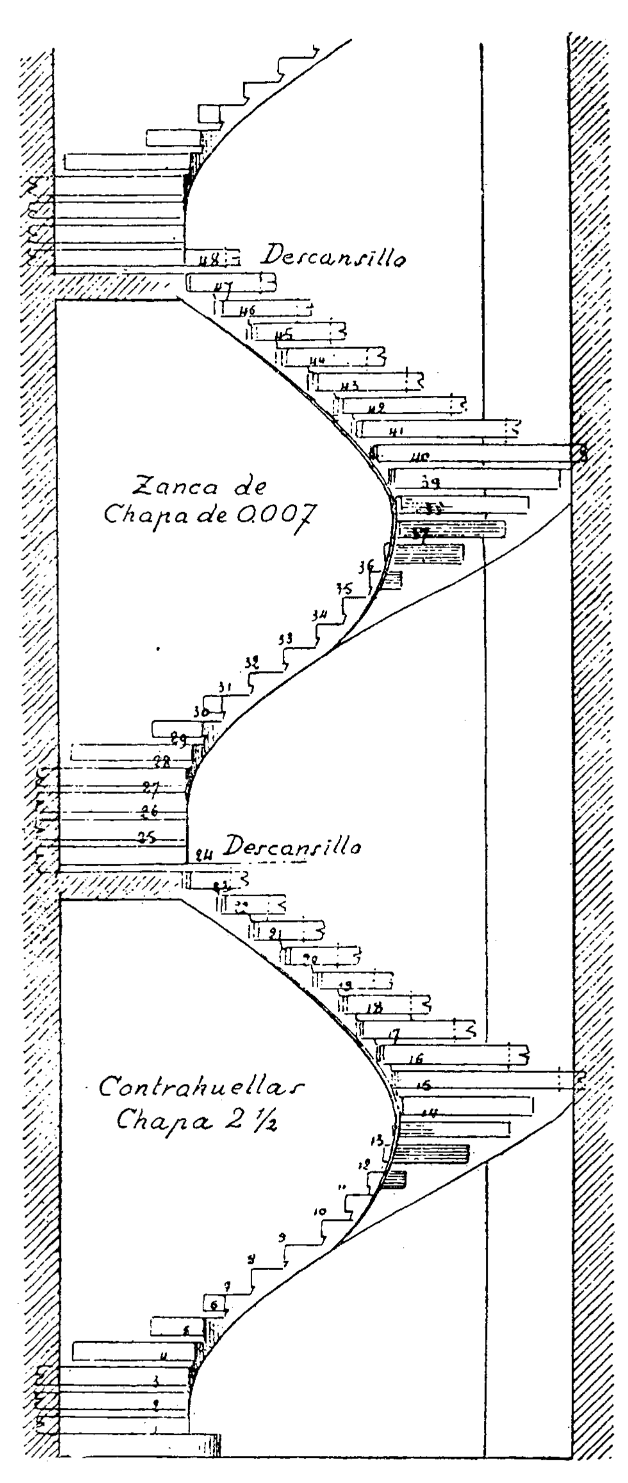


Fig. 427.

Esta escalera está preparada para recibir un ascensor; teniendo el ojo 1,90 m. en la parte interior de la barandilla se puede hacer funcionar en él una cabina de 1,20 m. de diámetro, separándose suficientemente de la barandilla para evitar el efecto de guillotina que se produce cuando la cabina del ascensor pasa cerca de la zanca. En este caso, es preciso levantar la barandilla o guarnecer todo el ojo de la escalera con una red metálica que da bien

la idea de una jaula; estos medios cumplen su objeto, pero son de un efecto que deja mucho que desear.

Escalera de ida y vuelta o de zancas superpuestas

Esta solución tiene por origen el caso en que deba establecerse una escalera con la mayor longitud posible de huella; las zancas van superpuestas en el mismo plano para todos los tramos, unas encima de las otras, y las barandillas vienen a enlazarse debajo de cada zanca del tramo siguiente.

Estas escaleras se hacen por tramo completo cuando los rellanos de llegada y de partida no se encuentran unos encima de otros, y con rellanos intermedios si las llegadas y las salidas están superpuestas; son empleadas principalmente para liceos, cuarteles, etc.

Escalera interrumpida por rellanos o descansillos

Esta escalera está formada por tramos rectos, que siguen los muros de la caja, separados, bien sea en los ángulos, bien en los accesos intermedios, por medio de rellanos o descansillos.

Las figuras 427 y 428 representan una escalera de servicio de 0,85 m. de anchura, la cual constituye un caso mixto entre la escalera interrumpida y la escalera compensada.

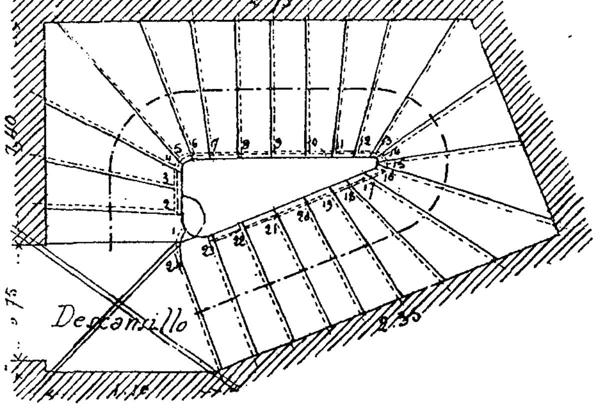


Fig. 428.



Escalera semicircular

Es la más generalmente empleada en las casas de alquiler y pequeñas viviendas particulares; está contenida en una caja rectangular terminada por un hemiciclo.

La anchura de la escalera varía desde 1 a 1,30 m. y el ojo de 0,35 a 0,80 m.

Como dimensiones mínimas citaremos una escalera para casa de alquiler, ejecutada según las dimensiones siguientes:

Anchura de la caja	2,30 m.
Longitud de la caja	3,30 »
Anchura de los escalones o huellas	0,23 »
» de la escalera	1,02 »

La altura de los escalones es de 0,17 m. en el primer tramo y 0,16 m. en los demás.

La planta baja tiene 3,40 m., y los pisos 2,90 m. de suelo a suelo. Entiéndase bien, sin embargo, que damos este ejemplo como un mínimo absoluto, porque estas dimensiones son apenas suficientes y no deben ser aplicadas más que cuando las exigencias de la planta y del terreno no permitan hacer otra cosa.

Si el ojo es mayor, 0,75 m. por lo menos, los escalones pueden ser compensados radialmente, es decir, que sus prolongaciones convergirán en el centro; sin embargo, para suavizar el paso de la parte curva a la parte recta es bueno seguir compensando todavía otros 3 a 6 escalones, según la importancia de la escalera; los demás escalones son paralelos entre sí.

Si a consecuencia de lo reducido de la caja el ojo queda también reducido a 0,30 m., todos los escalones deberán ser entonces compensados.

Escalera a la imperial

La escalera a la imperial es empleada en muchos edificios; sea cuadrada, rectangular o redonda, lleva una subida central de gran anchura y dos subidas laterales

de menores dimensiones; aproximadamente en la relación de 1,5 a 2.

Esta disposición con proporciones más reducidas es empleada en muchos almacenes y se presta a un decorado sobrio lo mismo que a una gran riqueza de ornamentación.

Escalera en herradura

Esta forma se aplica principalmente al exterior; considerada desde el punto de vista monumental, es de un efecto grandioso; la escalera del castillo de Fontainebleau da de ello un magnífico ejemplo.

Construída de hierro, es aplicable principalmente a los andenes de doble rampa; los muros de recinto, columnas o pilares empleados para las escaleras de piedra son reemplazados en la construcción de hierro por columnas y consolas decoradas, según el gusto y el estilo del conjunto del edificio a que está adosada la escalera.

Falsas zancas

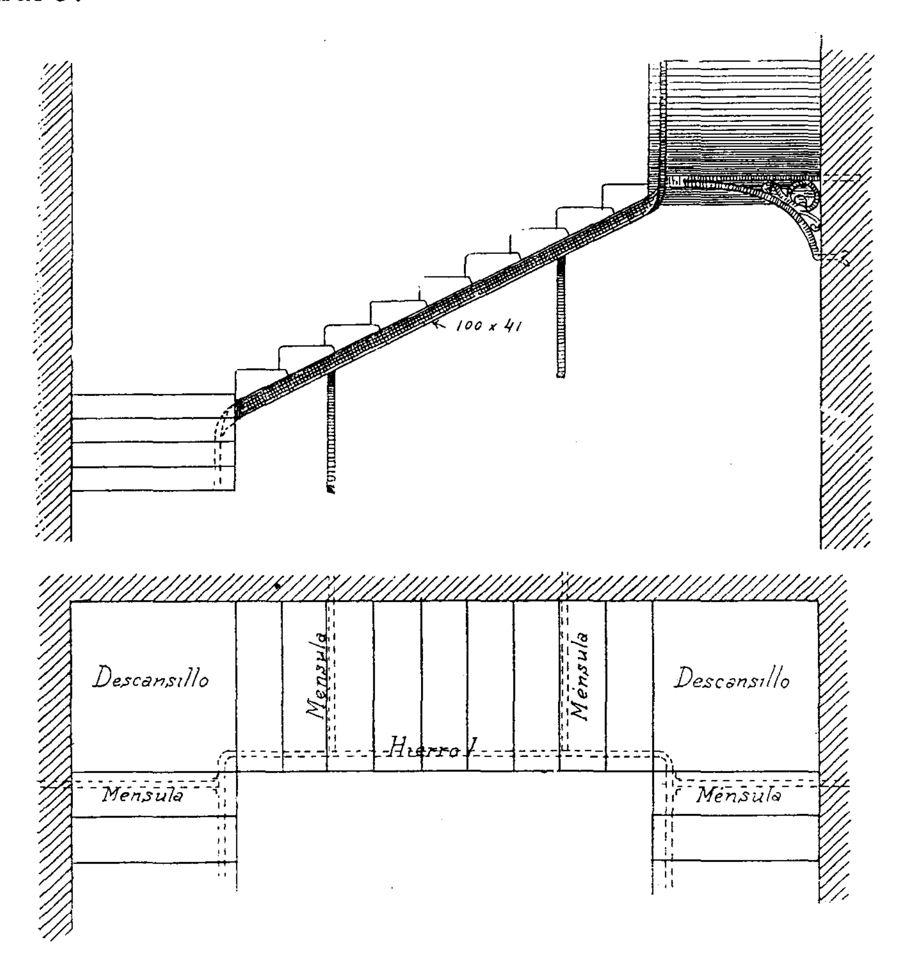
Las falsas zancas son zancas parciales colocadas frente a los huecos que encuentra una escalera; en este caso van provistas de barandilla en todo el ancho de estos huecos.

Como se ha visto antes, la falsa zanca puede guarnecer todo el contorno de la caja cuando deba recibir los apoyos de las contrahuellas.

Consolidación de una escalera de piedra

Laes calera cuya consolidación damos está construída con piedra de Volvic, lava volcánica (figs. 429 y 430); los

escalones rectos van empotrados solamente unos 10 cm. en el muro.



Figs. 429 y 430.

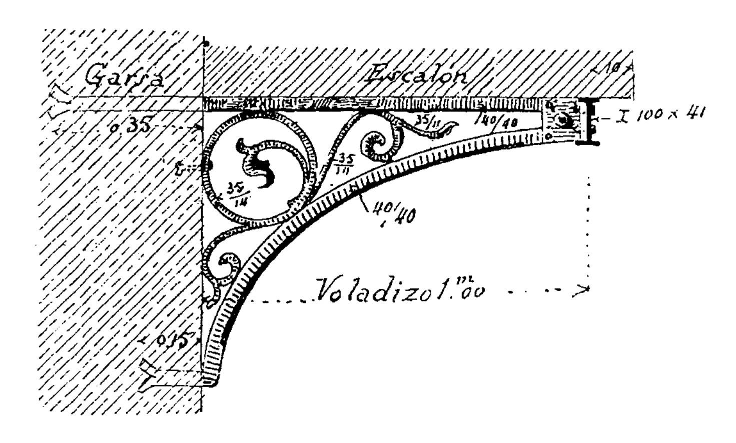


Fig. 431.

Unas ménsulas de hierro cuadrado (fig. 431) de 0,05 m. sostienen un hierro doble T de 0,100 m. que pasa a 0,10 m. del extremo de los escalones.

Construcción de las escaleras de hierro

PRINCIPALES VENTAJAS DEL EMPLEO DEL HIERRO

La incombustibilidad, la seguridad que ofrecen los anclajes, su incorruptibilidad en las partes empotradas, y, finalmente, su gran resistencia, todas ellas propiedades bien conocidas, demuestran bastante la superioridad del hierro sobre los demás materiales.

Sin querer aquí desacreditar la madera, debemos decir, sin embargo, que la empleada actualmente deja, en general, bastante que desear; es madera verde, se resquebraja, se hiende, las partes empotradas se deterioran rápidamente, las juntas se abren en las uniones y la falta de horizontalidad de los escalones, producida por el hundimiento del conjunto, hace inevitable el resbalamiento del pie y las caídas.

Las otras ventajas se refieren a la fabricación; ya se sabe el trabajo de dibujo que necesita el trazado de una zanca de madera, su desbaste, sus uniones, etc.; para el hierro, una vez trazada la zanca, como indicamos más adelante al tratar de los trazados (véase Elementos geométricos), no queda más que hacer que curvarla en los tramos curvos; se trazan para ello sobre la zanca un cierto número de verticales perpendiculares a la línea de base del trazado, que sirven para indicar al obrero que efectúa el curvado dónde ha de dar el golpe (este trabajo se hace a martillo) y dar a la pieza la posición propia para facilitar la regularidad de su curva; en el montaje, colocada la zanca en su sitio, estas líneas deben estar conformes con la dirección de la plomada.

Las escaleras de hierro aparentes o con techo por debajo se prestan al decorado, por lo menos tan bien como las construídas con otros materiales.

En las escaleras de zancas superpuestas, sin ojo, se gana en beneficio del ancho de escalera la diferencia de espesor

entre la zanca de madera o de piedra y la de hierro, o sea por lo menos 0,07 m.

Digamos, finalmente, que gracias a los progresos constantes de los procedimientos de fabricación, el precio de las escaleras de hierro tiende cada vez más a aproximarse al de las escaleras de madera.

Diversas composiciones de escalones

Escalones de hierro y mampostería

Damos aquí dos maneras diferentes de construir estos escalones. Generalmente, empleados entre muros, sin zancas, para pequeñas escaleras de teatro u otros edificios (fig. 432), de una incombustibilidad lo más absoluta posible, estos escalones están formados por dos angulares 40 × 40 y 40 × 20; el superior forma el mamperlán y el inferior está provisto de orificios, en los cuales se introducen cuadradillos o flejes destinados a formar la armadura del forjado; el interior va lleno de gravilla o residuos de morrillo forjados con yeso o mortero, según las localidades en que se ejecute la construcción.

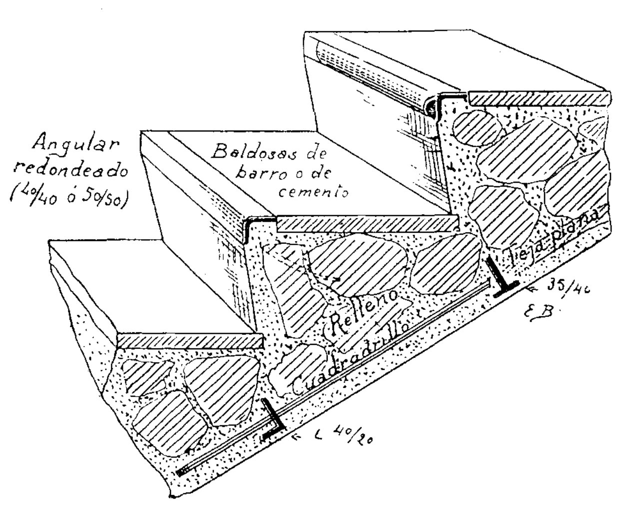


Fig. 432.

Estos dos angulares van empotrados en los muros por sus dos extremidades, y el superior lleva en su longitud dos o tres patillas de empotramiento que lo unen a la mampostería.

Se puede también reemplazar el angular inferior por un hierro T de 35 × 40 colocado con el alma hacia arriba, en

las alas del cual vienen a apoyar tejas planas del país; el forjado es de cascote o morrillo y el cielorraso lo constituye un enlucido sobre la teja plana.

Si se quiere obtener una forma menos angular en el mamperlán de la huella, basta colocar en él un hierro media caña de 30 × 14 aproximadamente.

La superficie de estas huellas está formada con baldosas de tierra cocida (baldosas cuadradas) o de cemento con la superficie abujardada.

La segunda solución (fig. 433) consiste en tomar para contrahuellas hierros en U de dimensiones convenientes, aproximadamente 0,16 m., por ejemplo, empotrados por sus extremidades en los muros a alturas y a distancias sucesivas. Una losa de piedra, entallada en su parte posterior si es preciso para ganar la diferencia de altura entre el hierro U escogido y la altura real del escalón, descansa simplemente sobre los hierros y va empotrada en sus extremidades.

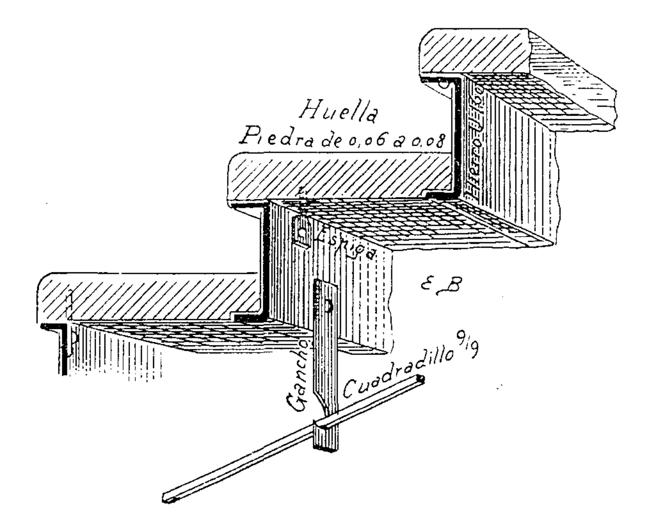


Fig. 433.

Estos escalones pueden quedar aparentes o techados por debajo; en este último caso basta fijar a la contrahuella ganchos de suspensión para cuadradillos distanciados de 0,20 a 0,25 m.

Se comprende que estas dos clases de escalones son igualmente susceptibles de ser empleadas con zancas de hierro lleno o en cremallera, el empotramiento de las contrahuellas es reemplazado por uniones con escuadras empernadas, y el de la huella de piedra por dos espigas fijas a la contrahuella que penetran en la piedra y evitan su corrimiento.

Escalones de piedra

La contrahuella destinada a recibir una huella de piedra o de mármol está compuesta de la manera siguiente: la contrahuella es de chapa, de 0,003 a 0,004 m., de una altura igual a la del escalón menos el espesor de la losa que forma la huella, el cual varía de 0,06 a 0,08 m.; va guarnecida en su parte alta por un angular de 30 × 30 unido con remaches de

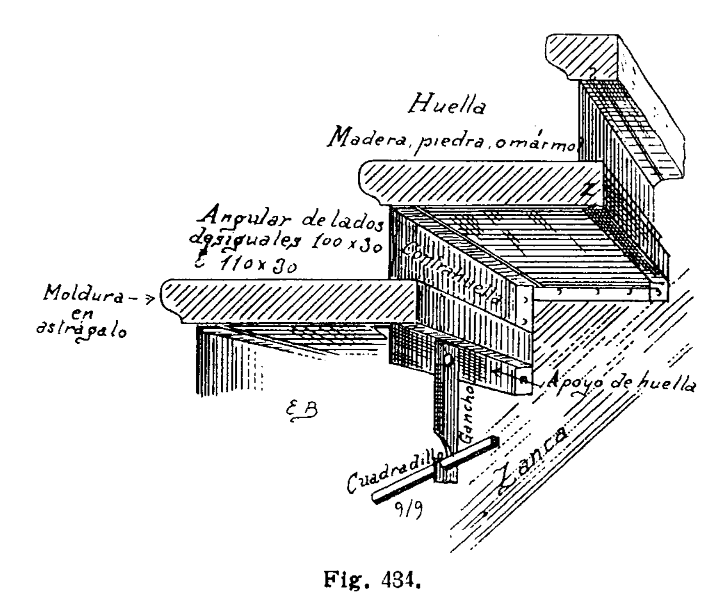


Fig. 434.

cabeza avellanada por el exterior y de cabeza aplastada o recalcados por el interior si la parte inferior debe quedar aparente.

En las extremidades la contrahuella va unida a la zanca por un extremo por medio de una escuadra, y por el otro va empotrada en el muro a una profundidad de 0,10 m.; la parte empotrada es hendida y abierta para formar garras en la mampostería.

Debajo de la losa o huella va colocado un angular de 50 × 30, llamado sotahuella o apoyo de huella, fijo igualmente por medio de una escuadra a la zanca y empotrado en el otro extremo. Si la escalera forma techo por abajo el angular de sotahuella lleva ganchos para suspensión de los cuadradillos (fig. 434) como en el caso precedente.

Estas suspensiones son de hierro redondo, cuadrado o plano y se enganchan en un orificio practicado en la sotahuella (véanse las figuras 435 y 436).

El filo recortado de la zanca en un trabajo bien hecho va completamente guarnecido de angulares 30 × 30, sobre los cuales descansa la huella como sobre un marco completo.

Para fijar la huella basta un ensamble a la zanca del angular que constituye la sotahuella y la extremidad opuesta a la zanca va empotrada en el muro.

Fig. 435. Fig. 436.

En el caso de que quieran obtenerse huellas desmontables se fijan dos pasadores o pitones sobre el angular de la contrahuella, y en la huella se preparan

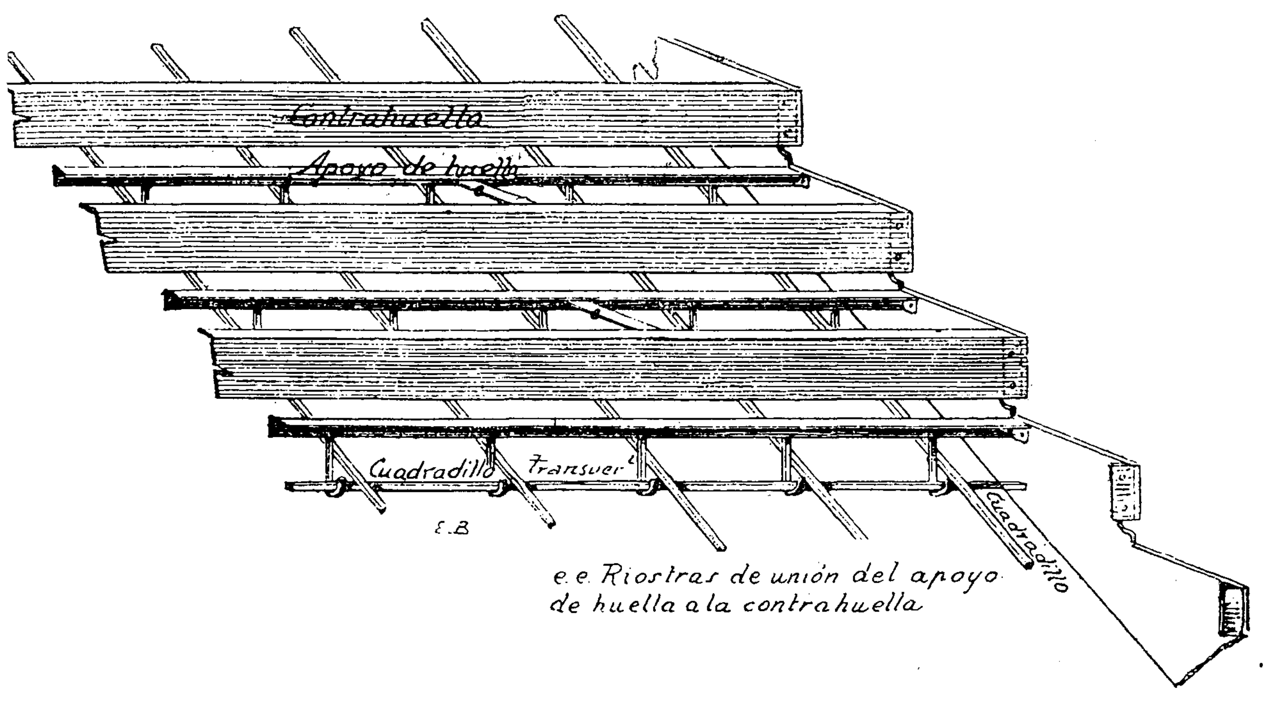


Fig. 437.

dos alojamientos para dichos pitones; se introduce la losa entre la contrahuella y la sotahuella y se la deja descansar; los pitones ocupan su puesto en los alojamientos y la huella no puede ya moverse. La figura 437 indica la disposición de

conjunto de una escalera de hierro preparada para recibir huellas de piedra (vista por encima).

Huellas fijas de madera

La escalera ordinaria de huellas fijas de madera es la más sencilla en cuanto a su construcción (figura 438).

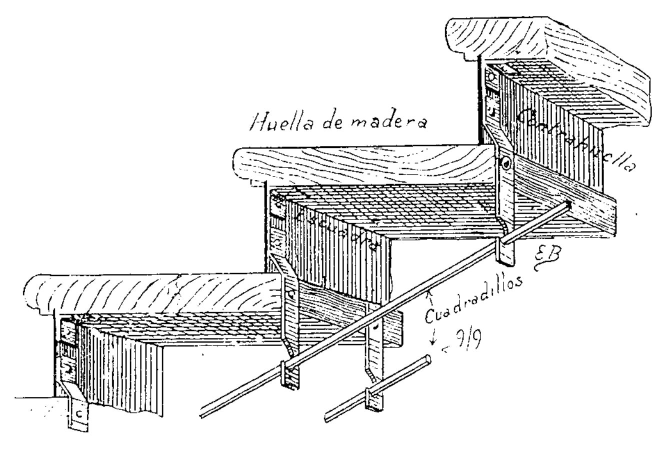


Fig. 438.

La contrahuella de pletina o de chapa de 0,0025 a 0,003 m. de grueso rebasa en 0,005 a 0,007 m. el canto de la zanca, y esta diferencia viene a introducirse en una ranura longitudinal practicada en la

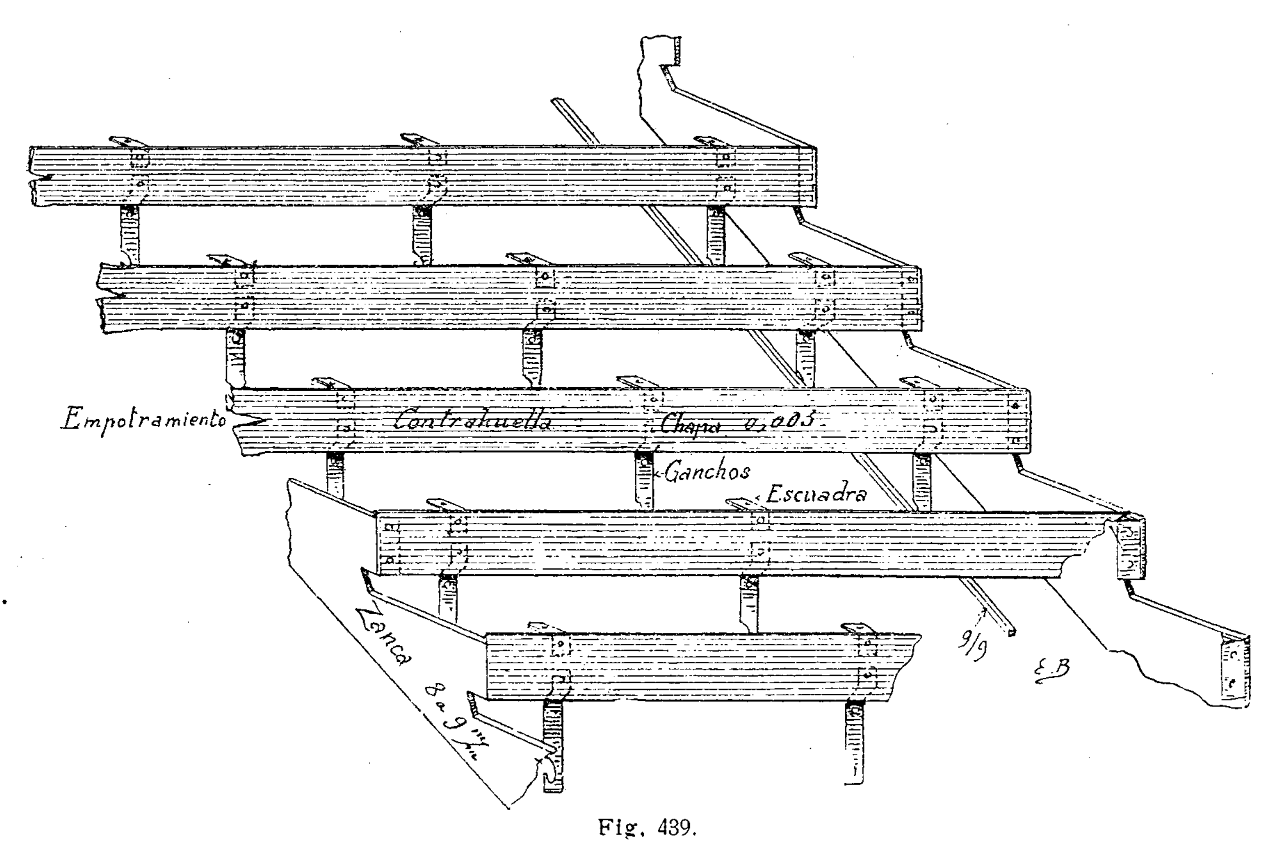


Fig. 439.

huella; esta contrahuella va guarnecida por la parte alta, en

sentido de su longitud, con tres escuadras o extremos de angular de 35 × 35 mm. y 0,035 a 0,040 m. de longitud remachadas y llevando orificios de paso para tornillos con el fin de detener la huella (fig. 439, vista por encima).

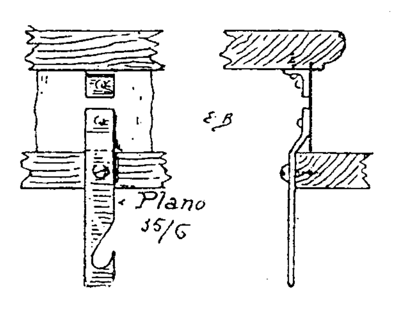


Fig. 440. Fig. 441.

La contrahuella lleva también en su parte baja tres ganchos replegados que sostienen los cuadradillos y llevan un orificio para fijar por medio de un tornillo la huella a la contrahuella (figs. 440 y 441). La figura 442 indica la disposición de

Fig. 442.

conjunto de la escalera, vista por debajo, con las suspensiones de las huellas y de los cuadradillos.

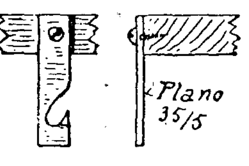
Para completar la suspensión de los cuadradillos se colo-

can entre los grandes ganchos unas suspensiones intermedias, representadas en las figuras 443 y 444, que van fijas a la huella de madera.

HUELLAS DESMONTABLES DE MADERA

Sería inútil insistir sobre las ventajas que presentan las huellas movibles; es, en efecto, muy conveniente poder cambiar las huellas que se han vuelto inservibles a causa de defectos o del desgaste, sin hacer obra ninguna.

Primer ejemplo. — La combinación más económica es la que representamos en la figura 445: su construcción es casi idéntica a la anterior (huella fija), pero con sotahuella de angular de 40 × 20 y falsa zanca; toda la suspensión de los cuadradillos va sostenida por la sotahuella; los ganchos, semejantes a los representados en los croquis de las figuras 443 y 444, van atornillados al angular.



Figs. 443 y 444.

Como en el caso precedente, la contrahuella rebasa la parte horizontal del perfil de la zanca; la huella está ranu-

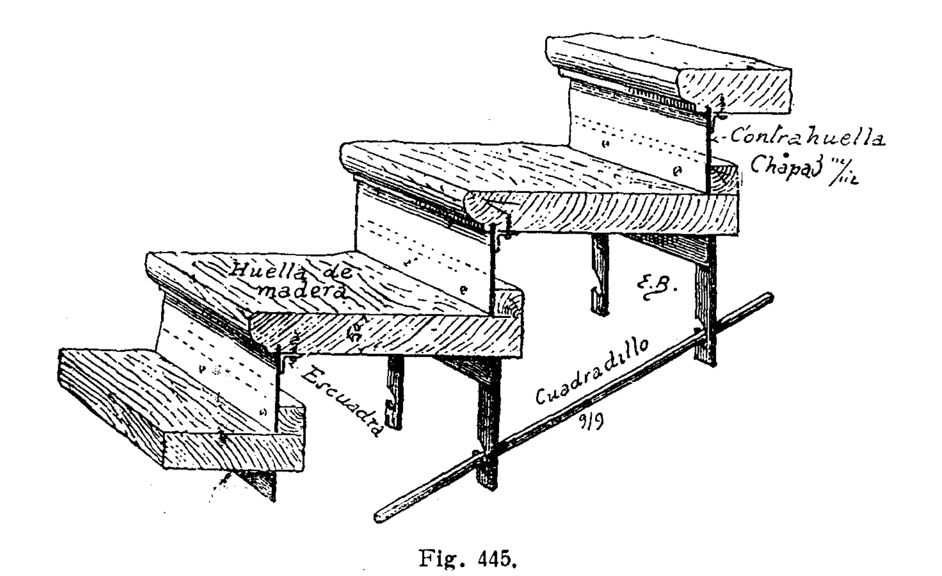


Fig. 445.

rada asimismo, y lleva en la parte superior un listón de encina de 0,03 × 0,03 m., y 0,50 m. de longitud, clavado o atornillado.

Las tres escuadras destinadas a unir la contrahuella con la huella van fijas a esta última.

La manera de efectuar el desmontado dará bien a comprender este sistema; las operaciones necesarias son las siguientes:

1.° Empezar por destornillar las dos extremidades de la contrahuella unida a las zancas por encima de la huella que se quiere quitar;

2.° Destornillar los tres tornillos que atraviesan la contrahuella y penetran en las tres escuadras fijas a la huella; destornillar asimismo los dos tornillos que fijan la parte baja de la contrahuella al listón;

3.° Sacar esta contrahuella;

4.° Destornillar los tres tornillos de arriba de la contrahuella que queda inmediatamente debajo;

5.° Sacar la huella que ya ha quedado libre.

Segundo ejemplo.—La contrahuella de chapa, siempre comprendida entre dos zancas, está guarnecida en la parte superior por un hierro en Z y en la parte inferior por un angular, en el cual van remachados dos pitones (fig. 446).

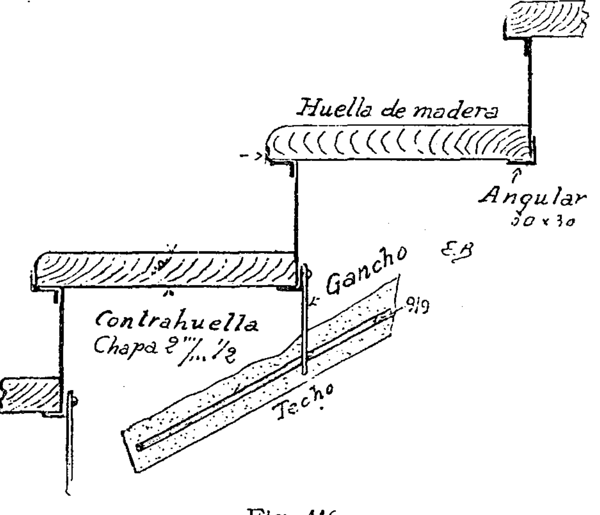


Fig. 446.

Se coloca la huella, en la cual entran los pitones, después se la deja caer en el hierro en Z y se fija a tornillo por debajo del saliente de la huella.

Tercer ejemplo. — La contrahuella formada por un angular de 110×30, armada en su parte alta con un angular de 25×25, o bien constituída por una pletina y dos angulares, o también sencillamente por un angular 110×30 con la pe-

queña ala en la parte superior y una sotahuella de angular de 40 × 20 (fig. 447).

La huella juega libremente entre la contrahuella y la sotahuella, y va fijada con tornillos a la contrahuella inferior; por lo tanto, para quitar la huella tan sólo es preciso destornillar cuatro tornillos colocados en sentido de la longitud.

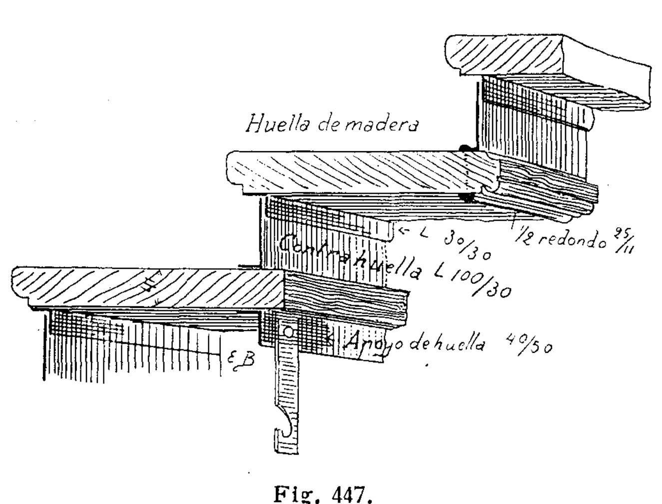
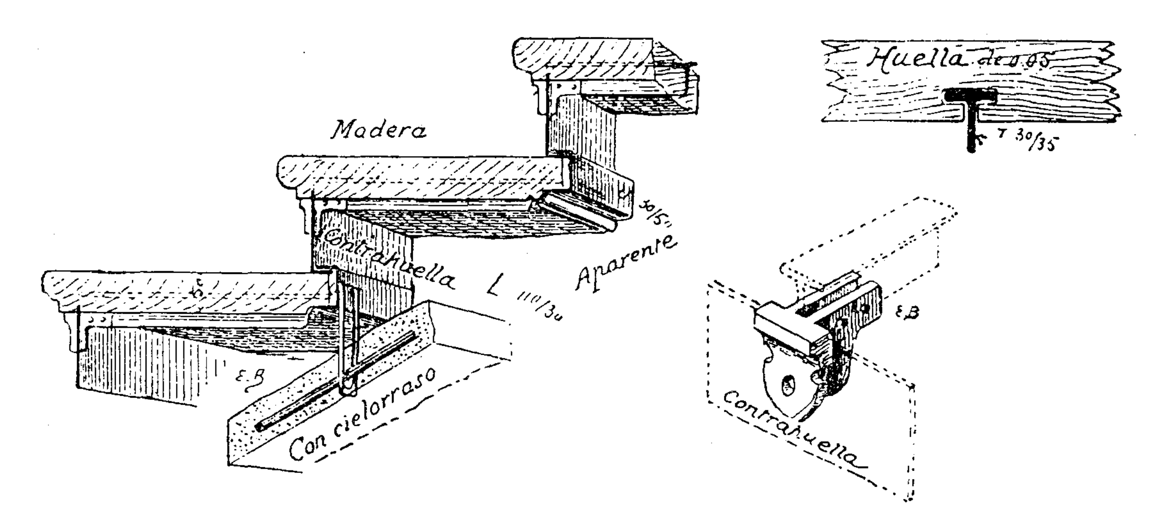


Fig. 447.

Cuarto ejemplo. — Este sistema (figura 448) consiste en una contrahuella de angular de 100 × 30, 110 × 30 ó 135 × 30 (según las alturas de los peldaños) unida a un hierro en U de 50 × 30 que hace a la vez de ranura y de sotahuella.



Figs. 448, 449 y 450.

La suspensión de los cuadradillos se hace lo mismo que en los otros sistemas, pero simplemente va remachada o enganchada al hierro en U que forma la sotahuella.

La huella, de una construcción especial, lleva tres ranuras transversales en forma de T, hechas con un corte de sie-

rra a media madera para la parte vertical y con una pasada de tupí para la ranura doble horizontal. En esta ranura vienen a introducirse unos hierros en T de 30×35 que hacen el papel de colas de milano e impiden a la huella alabearse, permitiendo, sin embargo, a la madera hincharse o contraerse libremente, según las variaciones atmosféricas (fig. 449).

En las cajas de escaleras con calefacción es principalmente donde este sistema puede ser empleado con utilidad.

La parte anterior del hierro T va provista de una grapa en forma de horquilla remachada sobre dicho hierro, y esta grapa viene a fijarse sobre la contrahuella como indica la figura 450; la otra extremidad descansa en el hierro en U.

Para desmontar la huella basta quitar los tornillos que fijan las grapas o modillones y levantar la huella tirando hacia sí.

HUELLAS SOBRE CREMALLERA DE PLETINA

La cremallera está formada por pletinas acodadas y fijas sobre la zanca por medio de tornillos; se pueden decorar los

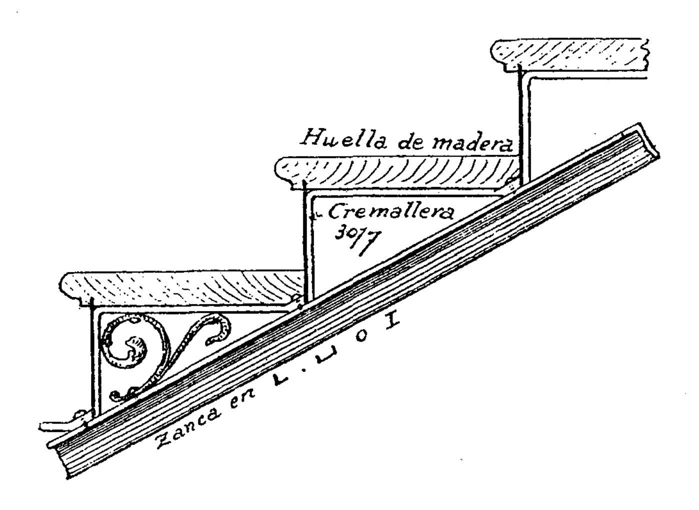


Fig. 451

huecos que quedan por medio de un relleno de hierro forjado, como se ve en la figura 451.

La contrahuella fija en las extremidades y colocada de plano sobre la cremallera, va armada en su parte alta con un

angular y desciende hasta por debajo de la huella, a la cual va fija por tornillos.

Esta escalera queda visible por debajo.

Huellas de chapa estriada

La chapa estriada no se emplea apenas más que para las escaleras de talleres y algunas veces para pequeñas escaleras exteriores (fig. 452).

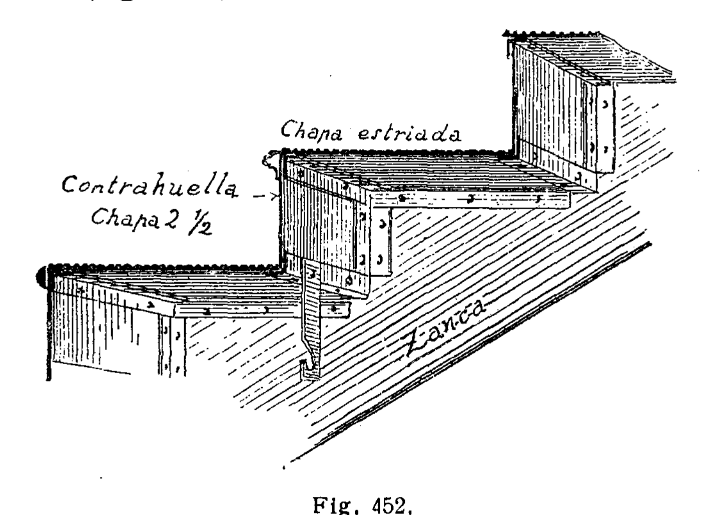


Fig. 452.

La contrahuella de chapa lleva dos angulares, uno arriba y otro abajo, sobre los cuales viene a fijarse la huella por medio de tornillos.

Estas escaleras pueden quedar aparentes por debajo o con cielorraso.

Zancas

Zancas de cremallera recortadas

Las zancas más empleadas en la construcción de escaleras de hierro, son las recortadas o en cremallera.

Según el trazado, se puede tomar la zanca con una gran longitud, si es recta, de una ancha pletina de 0,300 por 0,007 a 0,009 m. de grueso; la sección máxima de una zanca da de ordinario 0,300 m. de altura, y conviene, para tener una segu-

ridad suficiente, dejar un mínimo después de hecho el recortado de 0,13 a 0,15 m.; esta sección de la parte más débil de la zanca será variable, según el espesor que se dé a ésta, pero tomando un espesor de 0,008 a 0,009 m. se puede con toda seguridad tomar como sección reducida 0,14 a 0,15 m. para las escaleras con huellas de piedra.

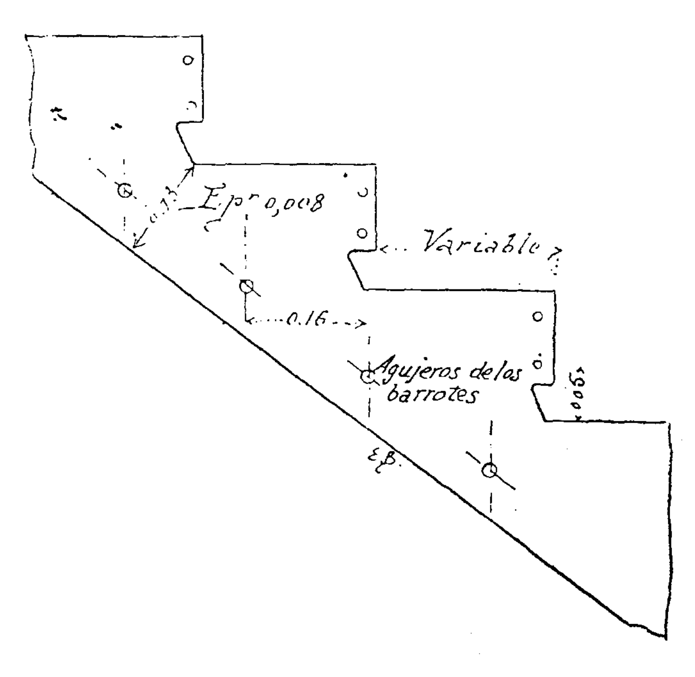


Fig. 453.

En las escaleras compensadas que dan formas muy irregulares se recortan las zancas de hojas de chapa de grandes dimensiones para evitar tener que hacer muchas juntas (fig. 453).

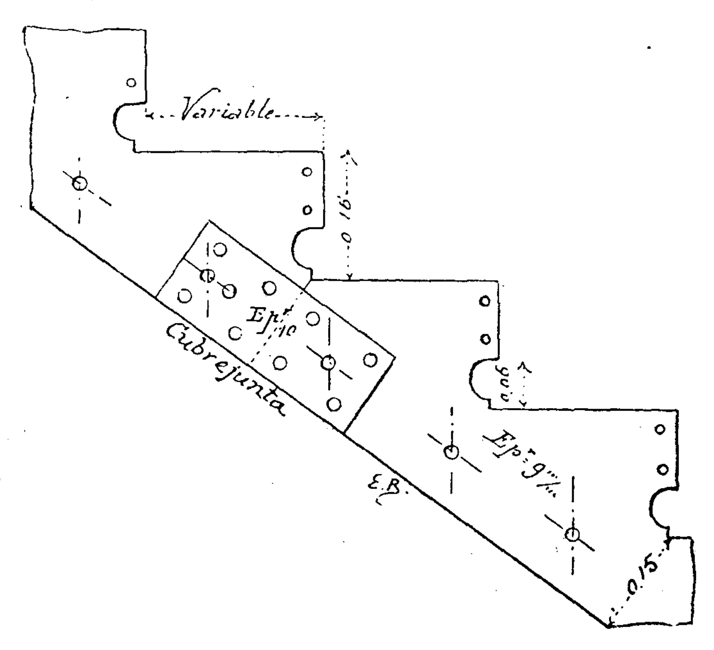


Fig. 454.

La junta se hace en la sección más débil de la zanca, como indica la figura 454; la unión está hecha con cubrejun-

tas de chapa del mismo grueso, o sea de 0,008 a 0,009 m., fija sobre cada una de las dos partes de la zanca que se ha de empalmar por medio de cinco remaches fresados en un lado, y cinco pernos igualmente fresados en la otra parte de la zanca para efectuar el montaje en obra.

ZANCAS DE CREMALLERA COMPUESTAS

Los recortes procedentes de otros trabajos pueden ser empleados en la construcción de falsas zancas o zancas adosadas a las paredes demasiado débiles para permitir empotramientos; se reúnen los diversos elementos que deben componer la cremallera por piezas de un escalón por lo menos, recortadas de dichos retales, por medio de una pletina, cuya fuerza varía según el tramo o el número de empotramientos que se puedan hacer.

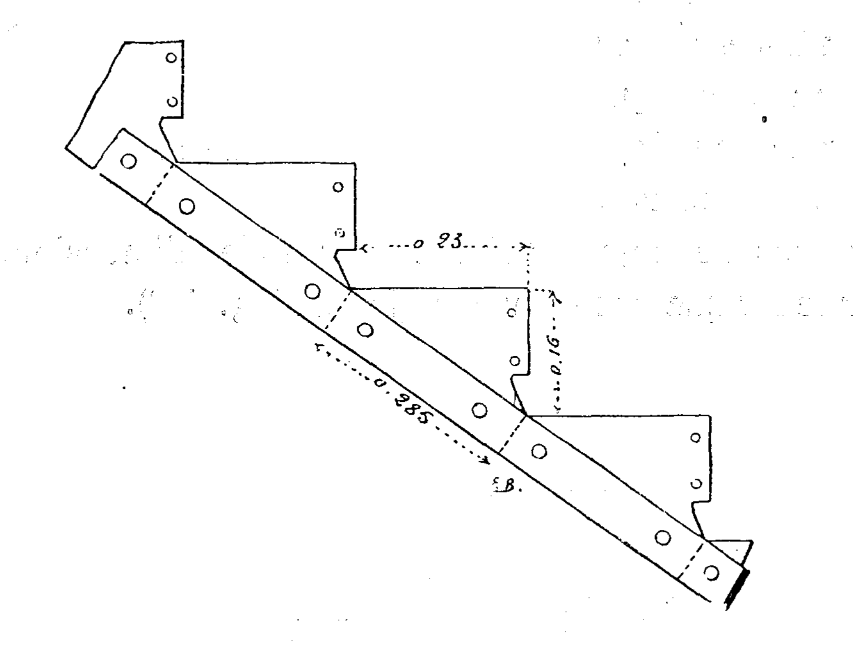
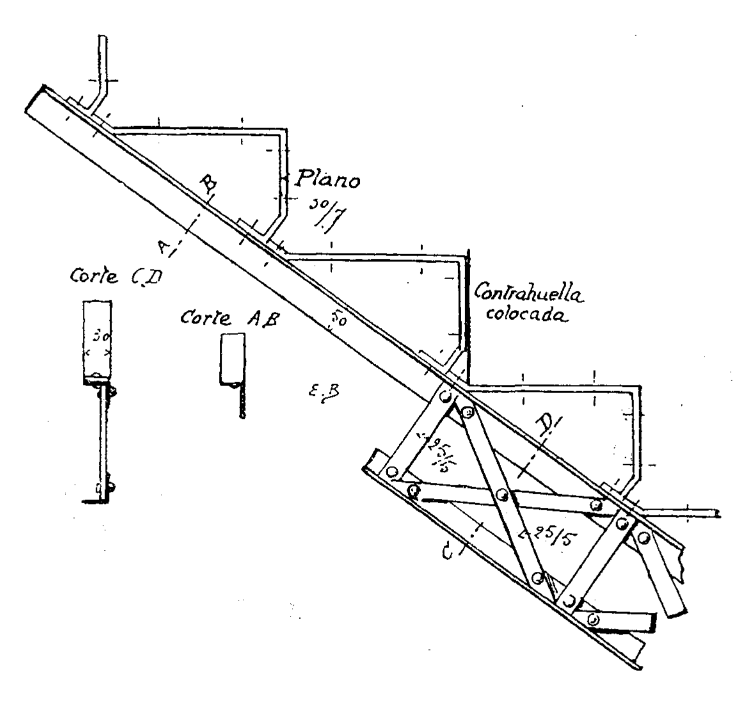


Fig. 455.

Como indica la figura 455, una zanca hecha de este modo puede ser también empleada como zanca aparente, es decir, como zanca principal.

ZANCAS DE CREMALLERA DE PLETINA

Como variante de la composición de la cremallera de pletina ya representada en la figura 451, se puede hacer una cremallera compuesta de elementos separados de cuatro codos



Figs. 456, 457 y 458.

montados sobre un angular, un hierro en U, un hierro en T o una vigueta de celosía (figs. 456, 457 y 458).

Esta combinación tiene la ventaja de utilizar los recortes de pletina.

CREMALLERA ADOSADA A UN MURO, CON EMPOTRAMIENTOS

Esta cremallera está compuesta de piezas acodadas y contraacodadas de hierro plano de 40 × 7 mm. empotradas en cada escalón (figs. 459 y 460).

Como en las demás cremalleras de pletina, la contrahuella viene a atornillarse de plano sobre cada diente.

CREMALLERA POR PIEZAS DE TRES CODOS

Como las dos precedentes, esta combinación permite el empleo de retales de pletina (figs. 461 y 462); los dientes se

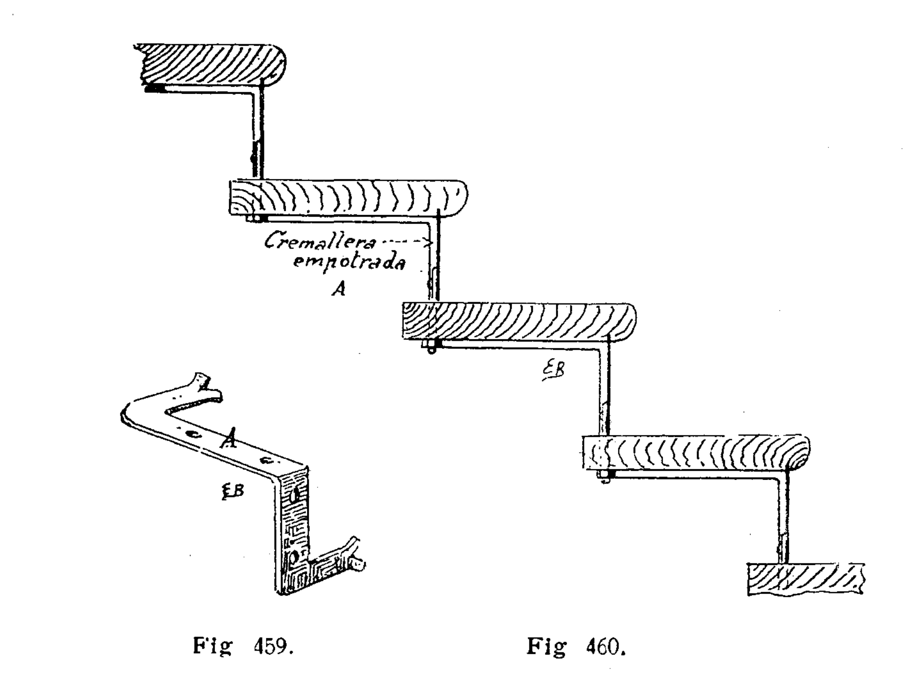


Fig 459. Fig 460.

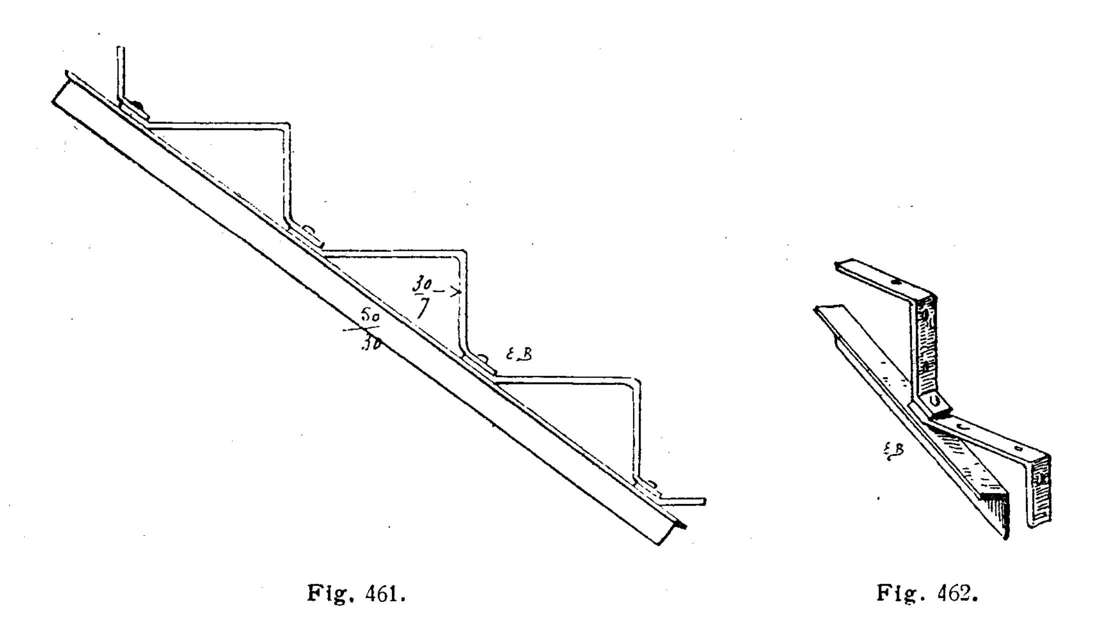
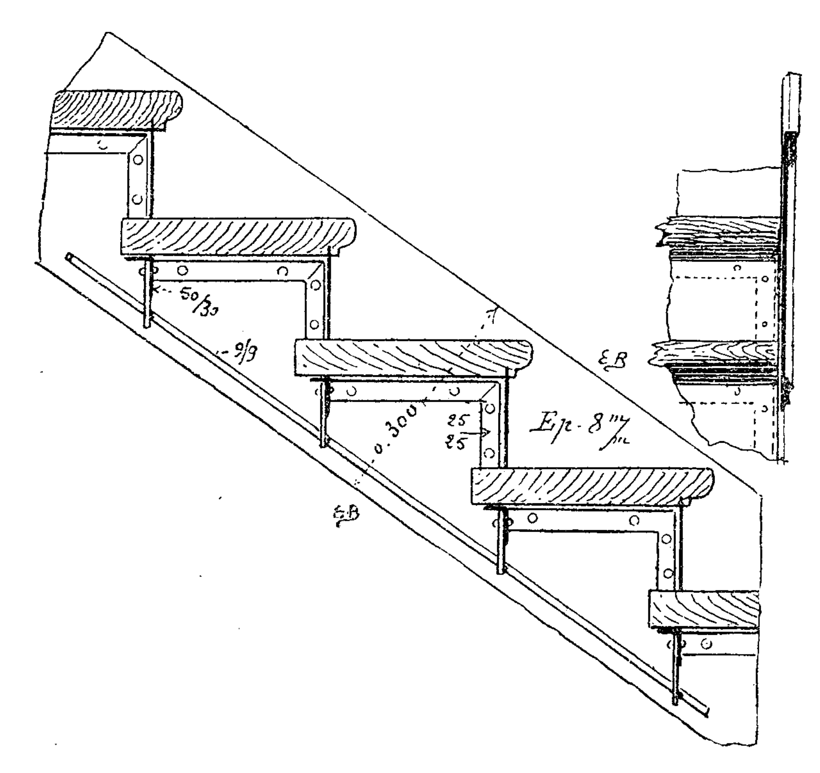


Fig. 461. Fig. 462.

fijan apareados; esta cremallera es la que se utiliza para formar las graderías de los invernaderos.

ZANCAS RECTAS, LLAMADAS A LA FRANCESA

Como hemos dicho antes, la zanca de cremallera o a la inglesa es la empleada principalmente en la construcción de



Figs. 463 y 464.

escaleras de hierro; la zanca llena es, en efecto, de difícil decoración; además, ofrece inconvenientes para desmontar las huellas, no puede, para permitir la salida de éstas, tener ningún saliente interior, y los extremos de las huellas exigen con esta zanca un corte perfecto; sin embargo, se pueden disimular las faltas de ajuste por una varilla de sección de cuadrante de círculo que hace de tapajuntas para la huella.

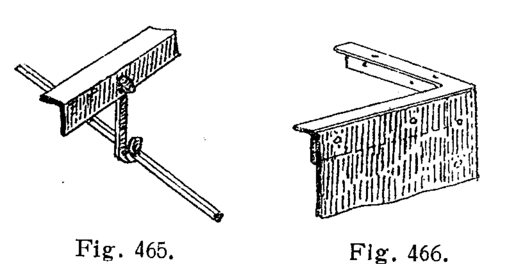


Fig. 465. Fig. 466.

Los angulares que llevan las huellas y los que reciben las contrahuellas van remachados sobre la zanca y desempeñan el papel de las ranuras en la zanca de madera (figs. 463 y 464).

En las figuras 465 y 466 indicamos los ganchos de suspensión y los angulares de extremidad.

Las zancas pueden, sin embargo, decorarse de diversos modos; en una escalera recta, por ejemplo, se les pueden aplicar tablas perfiladas de fundición con intervalos guarnecidos de rosetas.

Si, por el contrario, se trata de una escalera en vuelta, se podrá tomar la barandilla como parte para el decorado, recibiendo cada barrote sobre una pequeña consola o pipa de fundición, y guarneciendo los intervalos con pequeñas tablas o rosetas.

Diferentes secciones de zancas a la francesa

La zanca puede hacerse con una chapa totalmente desnuda armada únicamente con los angulares indispensables para recibir las huellas y contrahuellas (fig. 467) o decorada con una moldura en la parte alta y con una media caña en la parte baja (fig. 468).

Las figuras 469 y 470 indican la misma zanca con el empleo de molduras y perfiles más salientes.

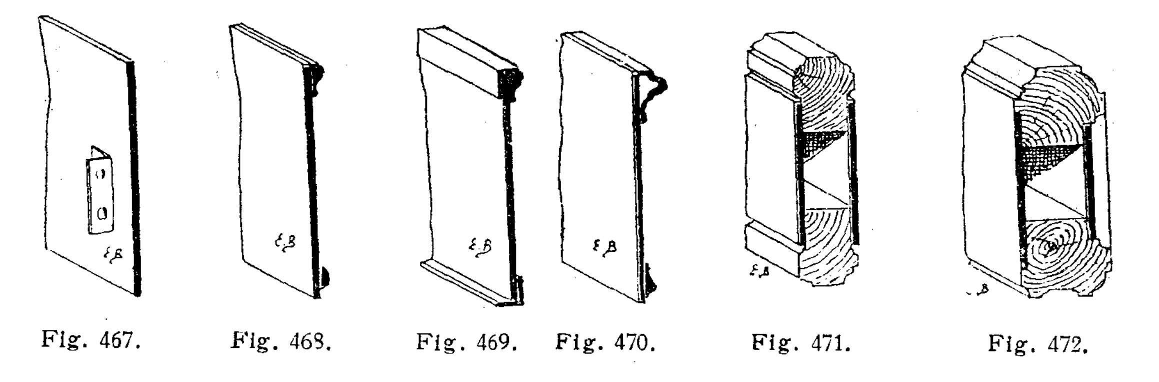


Fig. 467. Fig. 468. Fig. 469. Fig. 470. Fig. 471. Fig. 472.

Se hacen también zancas mixtas de hierro y madera (figuras 471 y 472), en las cuales se vuelven a encontrar todas las ventajas de la rigidez del hierro unidas a la amplitud de formas decorativas a que se presta la madera; estas zancas se hacen de todos los gruesos y resulta posible el empleo de balaustradas de madera, redondas o cuadradas, para escaleras de

estilo; permiten aplicar, con la solidez del hierro, todos los recursos decorativos de la madera.

Digamos también, sin embargo, que este género de zancas no conviene, dado su elevado precio, más que a trabajos de primer orden en los que puede prescindirse de la cuestión económica.

La zanca de estuco imita la piedra; con un efecto igual su precio es menor; el hierro no está empleado en este caso más que como armadura rígida, y las contrahuellas de hierro si no van recubiertas de piedra o de mármol van enlucidas con estuco o pintadas, según el tono general.

La zanca puede estar compuesta de una manera cualquiera, puesto que va oculta; tan sólo hay que tener en cuenta su solidez; el medio más sencillo es construirla como las zancas llenas ordinarias, más gruesa, pero de menor altura para reservar a la capa de estuco un grueso suficiente (figura 473).

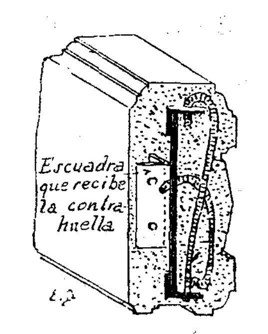


Fig. 473.

Para asegurar la adherencia del enlucido se abren unos agujeros en la zanca y en los angulares, aproximadamente cada 10 cm., y se forma un esqueleto metálico por medio de retales de cuadradillo en forma de ganchos que se fijan entrándolos forzados en los orificios.

En la confección de una zanca destinada a ir revestida de estuco, el constructor debe prever la posición de los barrotes de la barandilla y preparar sus emplazamientos por casquillos fijos sobre la zanca y destinados a recibirlos.

También pueden los barrotes mismos ser fijados y mantenidos perfectamente en su lugar definitivo antes de hacer el estucado.

Barandillas

La barandilla de una escalera no debe tener nunca una altura inferior a 1 m., bien sea en el descansillo, bien sea

medida verticalmente desde la parte de encima del saliente o mamperlán de la huella hasta su nivel superior. A veces, sin embargo, se construyen barandillas que sólo tienen 0,90 m. de altura, pero éste es un límite extremo que no conviene rebasar.

Las separaciones de los barrotes deben tener de 0,13 a 0,14 m. de luz, o sea, aproximadamente, 0,16 m. de eje a eje.

En las barandillas llamadas de relleno, es decir, compuestas con adornos de hierro forjado, las luces no deben pasar de 0,15 m., sobre todo en la parte inferior.

Sobre las barandillas de escaleras de liceos, colegios, escuelas y, en general, de escaleras frecuentadas por niños, es costumbre disponer de metro en metro bolas de cobre o de cualquier otro metal que formen obstáculos para el deslizamiento sobre la barandilla.

Más adelante trataremos de los diversos modos de unión de los barrotes con las zancas, así como de sus dimensiones.

Una cuestión extraña a nuestro propósito, pero sobre la cual nos parece útil llamar la atención de los constructores, es la disposición del alumbrado en una barandilla con barrotes.

Supongamos la luz colocada en *a* (fig. 425), la sombra arrojada vendrá a cortar la huella según la línea *xy*.

Las huellas enceradas se confunden entre sí en el descenso y no presentan más que poca diferencia de tono, sobre todo si las maderas son hermosas y del mismo tinte; ocurre entonces, que hay tendencia a tomar la sombra arrojada del barrote por el límite de la huella y a colocar el pie en falso.

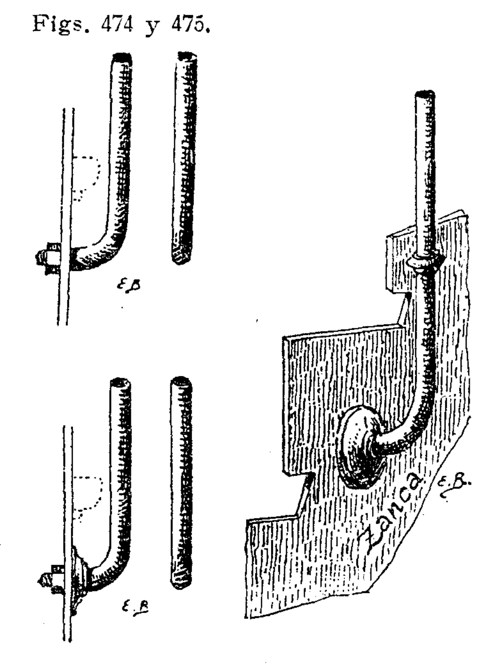
Hemos observado esta disposición defectuosa en muchas escaleras, y creemos que se puede evitar de diversas maneras, como, por ejemplo, colocando las luces suspendidas debajo de cada rellano; se tendrán así líneas de sombra muy cortas y que cortarán a las huellas más oblicuamente.

Barrotes de cuello de cisne

Estos barrotes, ordinariamente de hierro redondo, van encorvados con un radio de 0,06 m. aproximadamente, recalcados a 0,012 ó 0,014 de diámetro, según el grueso del hierro, fileteados y empernados por el interior de la zanca (figuras 474 y 475).

Las figuras 476, 477 y 478 presentan la misma disposición, pero con roseta de fundición.

La barras redondas empleadas en las barandillas varían de 0,016 a 0,020 m. de diámetro, y su separación de eje a eje es aproximadamente, de 0,16 m.



Figs. 474 y 475.

Figs. 476 y 477. Fig. 478.

Recordaremos aquí que la altura de la barandilla tomada, bien sea por encima del rellano, bien sea por encima del saliente del mamperlán hasta encima del pasamano debe tener 1 m., medida verticalmente.

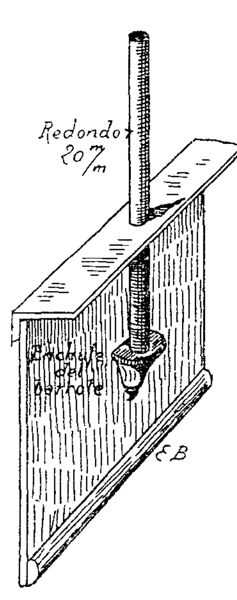


Fig. 479.

Barrotes pasantes con pipa de fundición

Esta disposición (fig. 479) ofrece toda garantía de solidez; el barrote pasa a través del angular que bordea la zanca por un agujero oblicuo preparado a este efecto, y viene a descansar en una pequeña pipa o enchufe de fundición fijado sobre la zanca.

Barrotes montados sobre tetones

El tetón ordinario del comercio es de fundición, lleva un pasador prisionero y fileteado, sobre el cual viene a atornillarse el barrote (fig. 480). Estas barandillas son poco sólidas y hay necesidad de consolidarlas por collares ensartados en las barras y fijos a las huellas por patillas entalladas; se colocan de ordinario cinco en un piso de 3,10 m. de altura.

En las figuras 481 y 482 damos un tetón de mayor solidez; su forma está únicamente indicada y puede ser más o menos

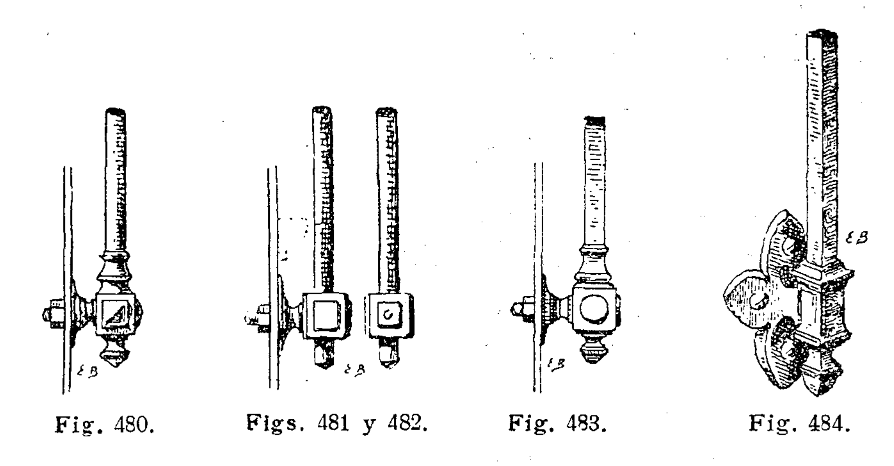


Fig. 480. Figs. 481 y 482. Fig. 483. Fig. 484.

rico; el barrote pasa por dentro del tetón y va enchavetado o atornillado; puede terminarse por un remate o perilla.

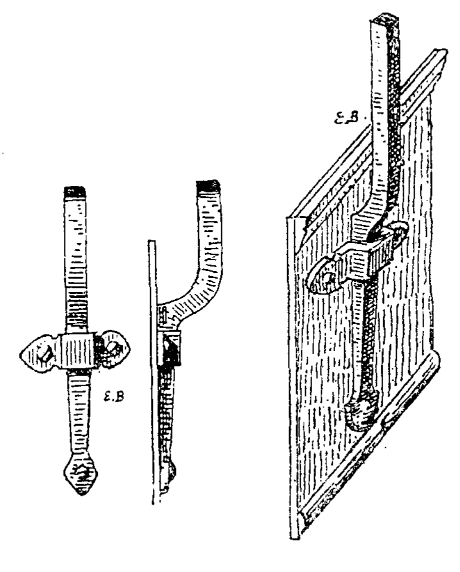
La figura 483 es una tetón del mismo género que el representado en las figuras 481 y 482, pero con barrote de hierro cuadrado.

Todos los ejemplos que acabamos de presentar van empernados por el interior de la zanca, y no efectuándose su colocación hasta después del forjado de la escalera son necesarias reparaciones.

Si en lugar de tomar los tetones del comercio se hace un modelo especial, se le hace venir de fundición con un platillo de acoplamiento que contenga tres o cuatro orejetas (fig. 484), y se le fija con tornillos por el exterior, la barandilla es entonces completamente desmontable y las reparaciones son mucho más fáciles.

BARROTES MONTADOS CON ARMELLAS

El barrote va acodado, adelgazado y terminado por una patilla ensanchada (figs. 485 y 486), y provisto de un orificio de paso; por debajo del codo se fija el barrote sobre la zanca



Figs. 485 y 486. Fig. 487.

por medio de una armella o semicollar fijo a la zanca por dos fuertes tornillos del número 26 roscados en la zanca; la patilla inferior se fija igualmente con un tornillo.

Se puede emplear este medio para la barandilla de paneles fijando de distancia en distancia barrotes o montantes planos, de 18 × 25, por ejemplo, reuniéndolos por traviesas y haciendo un tabicado ligero o un relleno de hierro forjado.

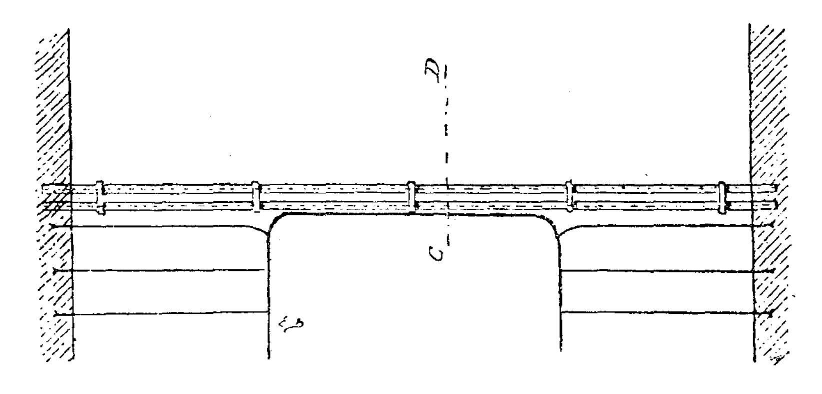
Los barrotes cuadrados presentan mayor resistencia que los barrotes redondos; sin embargo, es costumbre darles las mismas dimensiones de 0,016 a 0,020 m. de lado.

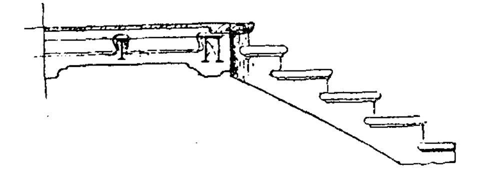
Cuando se trata de montantes que hayan de recibir traviesas se hacen de llantón presentado de canto, y se les dan unas dimensiones de 16 × 25 ó 18 × 30 aproximadamente.

De los rellanos o descansillos

Rellano recto

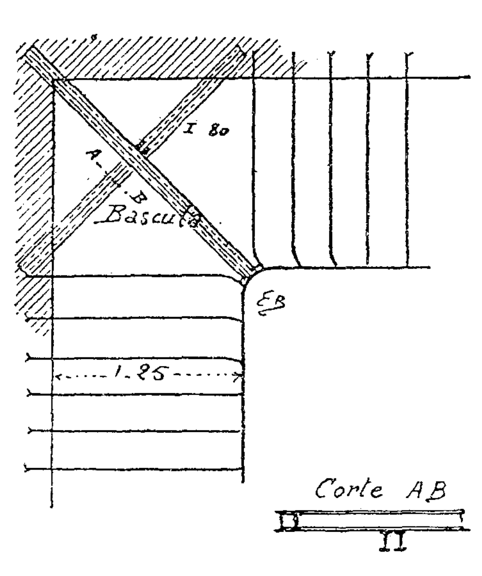
El rellano recto (figs. 488 y 489) se compone de una simple viga formada por dos hierros doble T unidos por medio de





Figs. 488 y 489.

bridas y de crucetas (fig. 71, pág. 60) o bien con virotillos y pernos (figs. 65 a 68, pág. 57); el resto del rellano se hace como un suelo ordinario.



Figs. 490 y 491.

Rellano de ángulo

Es el caso que se presenta en las escaleras llamadas interrumpidas por rellanos; se emplea para este rellano la disposición en báscula (figs. 490 y 491) que consiste en una viga colocada diagonalmente al rellano, empotrada en sus dos extremidades, y que sostiene otra viga

perpendicular, uno de cuyos extremos va empotrado, y el otro viene a unirse a la zanca que sostiene.

Las básculas para escaleras de servicio de 0,75 a 0,80 m. de longitud de huella pueden construirse con un solo hierro T de 80 mm., y si hay dificultades a causa de la altura, por simples hierros cuadrados de 40 × 40 mm.

Rellano sesgado

El rellano sesgado, combinación de los dos anteriores, se compone de una viga construída como en el rellano recto

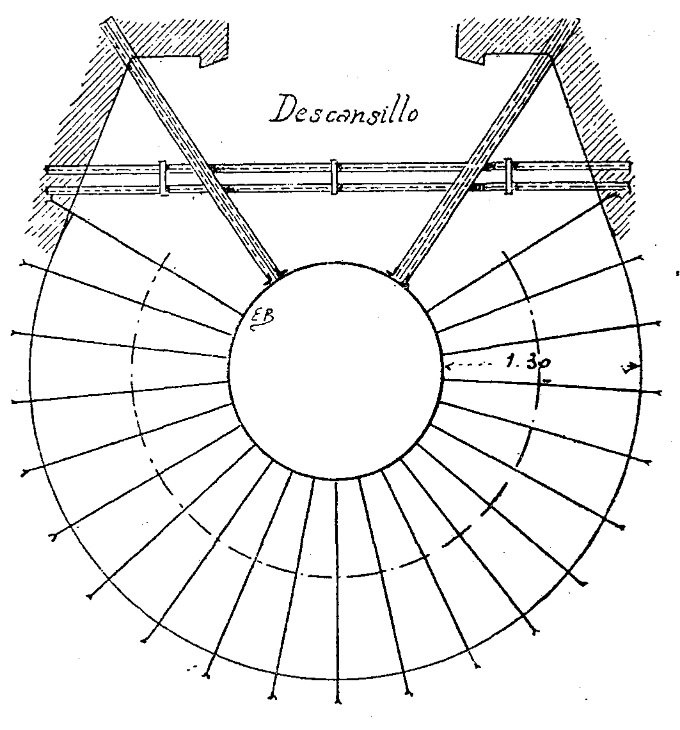


Fig. 492.

que sostiene dos básculas empotradas por un extremo y unidas por el otro a la zanca por medio de fuertes escuadras (figura 492).

Rellano sobre montantes verticales

Aunque empleada rara vez, la escalera sobre montantes verticales todavía está en uso; algunas veces si el ojo de la

escalera está ocupado por un ascensor las guías pueden ser utilizadas para sostener la zanca.

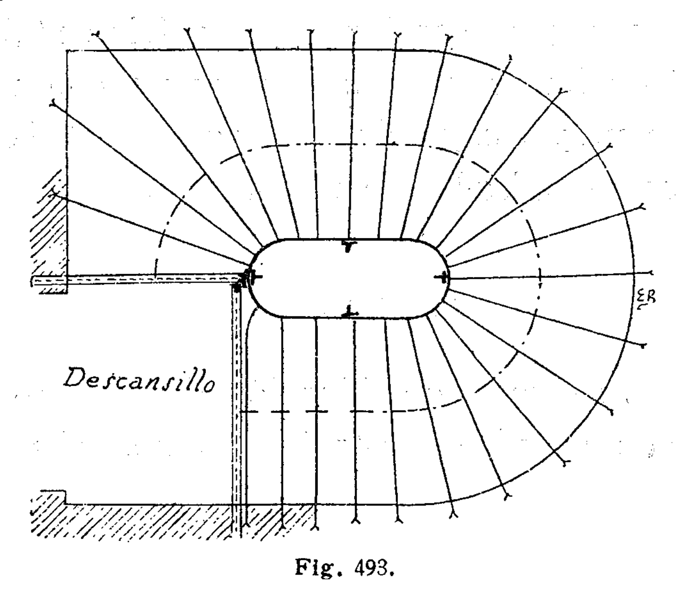
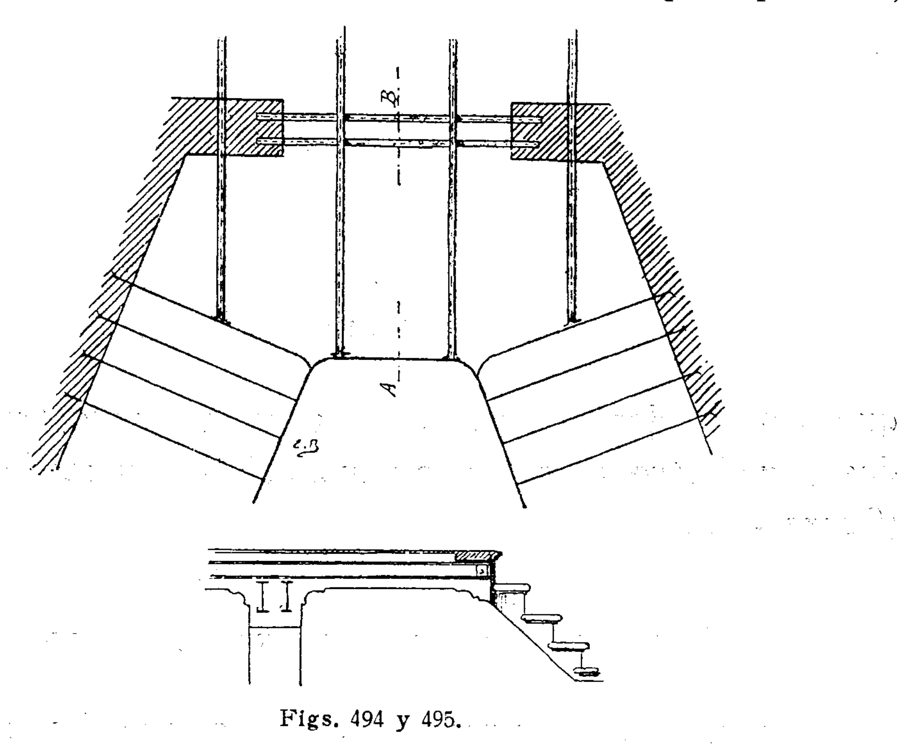


Fig. 493.

En estos casos el rellano encuentra un excelente punto de apoyo por su unión directa al montante (fig. 493).

Rellano sobre viguetas voladas

Esta construcción de rellanos es casi siempre aplicable,



Figs. 494 y 495.

bien sea que en el estudio de los suelos se hayan previsto

viguetas pasantes, o bien, si el sentido de las viguetas no lo permite, uniendo las piezas del voladizo sobre un brochal bastante alejado para asegurar el equilibrio (figuras 494 y 495).

Estas viguetas descansan sobre el dintel del hueco del rellano y pueden hacerse solidarias por una vigueta en U o en T, que una todas las cabezas, empotrada en sus extremidades.

Unión de las zancas en los rellanos

Si la unión se efectúa a ángulo vivo como en las figuras 496 y 497, la zanca viene a sentar sobre la jácena del des-

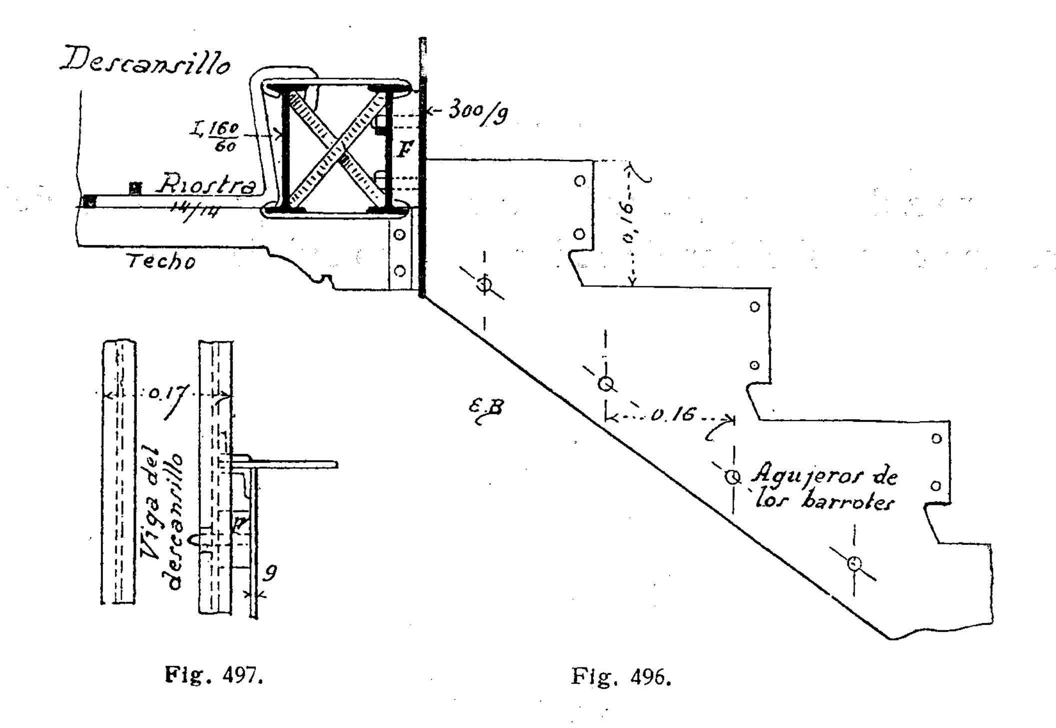


Fig. 497. Fig. 496.

cansillo, y está unida a esta última y a la zanca horizontal por fuertes escuadras.

Si, por el contrario, se trata de un ángulo redondeado, la zanca continúa, y entonces es la zanca horizontal la que está unida directamente a la viga por medio de pernos; unos rellenos de fundición ocupan el espacio libre entre la jácena y la zanca frente a las uniones (fig. 498).

Creemos que se puede aumentar la solidez de la zanca colocando en el interior una pieza de chapa de la misma fuerza remachada sobre ella, que continúa la dirección recta

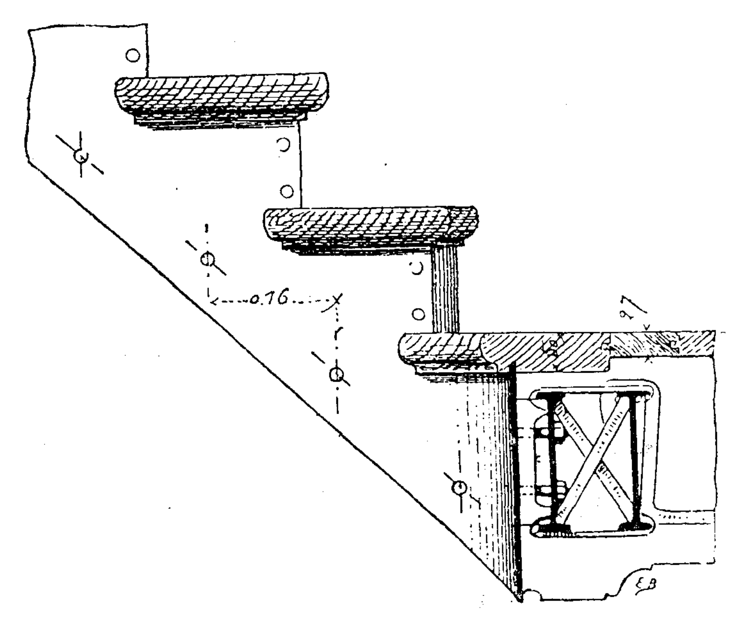
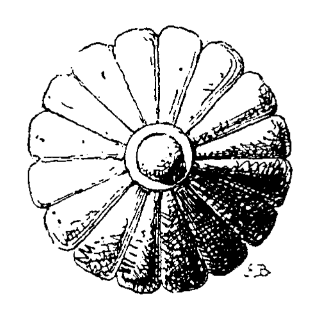


Fig. 498.

y viene a descansar y a unirse a escuadra sobre la viga del rellano como si el ángulo redondeado no existiese.



CAPÍTULO VIII

Criaderos de plantas, invernaderos, jardines de invierno, calefacción

CERRAJERÍA HORTÍCOLA.

CRIADEROS DE PLANTAS (CAMAS). — Marcos. Cajas sencillas. Criadero doble, criadero holandés. Criadero holandés con pies derechos.

INVERNADEROS. — Formas de los invernaderos. Invernadero para vid. Invernadero adosado de cubierta recta. Invernadero adosado de cubierta curva. Invernadero adosado parabólico. Invernadero holandés recto. Invernadero holandés en arco. Invernadero holandés parabólico. Invernadero de naranjos. Planta de los invernaderos. Disposiciones, accesorios.

CONSTRUCCIÓN DE LOS INVERNADEROS. — Cerchas. Correas. Marcos móviles. Caminos de servicio. Escaleras. Zarzos. Cristalería de los invernaderos.

JARDINES DE INVIERNO.

CALEFACCIÓN DE LOS INVERNADEROS Y JARDINES DE INVIERNO. — Consideraciones generales. Pérdidas por las superficies cubiertas de cristales, por renovación del aire. Cálculo. Aparatos generadores o calderas. Metales que deben emplearse en la construcción de calderas. Tubos. Calderas. Regulador de calefacción.

Cerrajería hortícola

La cerrajería hortícola comprende una gran variedad de construcciones de hierro y de vidrio que se modifican según las plantas y los cultivos que abrigan, así como por la importancia de las explotaciones o los nuevos destinos que les dan sus propietarios.

Son asilos donde los vegetales originarios de otras comarcas encuentran la temperatura que les conviene, donde los semilleros y los esquejes de plantas delicadas están colocados en condiciones favorables, y donde el cultivo forzado avanza la época de la florescencia y maduración de los frutos para obtener productos tempranos.

Por orden de importancia las clasificaremos en tres grandes categorías:

1.° Criaderos de plantas;

2.° Invernaderos;

3.° Jardines de invierno.

Trataremos cada una de ellas separadamente subdividiéndolas por especies.

Criaderos de plantas (camas)

Marco

Los marcos de criadero están construídos de hierro T de ala estrecha de 29 × 18 × 4 para tres lados del marco, y llevan una traviesa de angular que forma el cuarto, pero colocado en la parte baja; los cabios de hierro T de 20 × 25 ó 25 × 30 (según las dimensiones del marco) se apoyan en el hierro T de ala estrecha por la parte alta y por la baja sobre el angular.

Hasta 1 m. de anchura este marco se hace con dos cabios, o sea con tres cristales; para 1,30 m. se ponen tres cabios y cuatro cristales.

El marco más sencillo lleva una empuñadura fija a su angular inferior, terminada por una pletina provista de agujeros; dichos agujeros, en los cuales entra un tope, sirven para regular la abertura que quiera darse al marco.

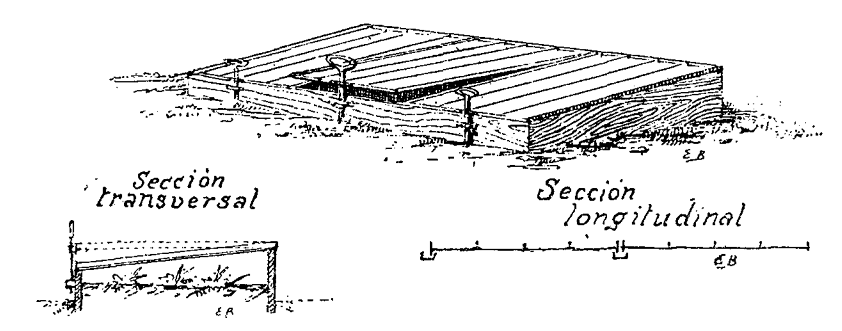
Estos marcos se hacen con las dimensiones siguientes: 1 × 1,20 m., 1 × 1,25 m., 1 × 1,30 m., 1,33 × 1,35 m., etc.

Se hacen también los marcos de criadero con dos empuñaduras ordinarias.

Caja sencilla

La caja de criadero es un marco de madera o de chapa destinado a mantener la cama de tierra elevada por encima del suelo (figuras 499, 500 y 501).

Las dos caras laterales de una caja están cortadas formando trapecio, es decir, que el lado superior queda según



Figs. 499, 500 y 501.

una pendiente de 0,10 a 0,12 m. por metro; los otros lados verticales tienen, pues, alturas diferentes.

El marco colocado sobre la caja se encuentra así inclinado para la salida del agua.

La reunión de estas dos partes, marco y caja, se llama criadero de plantas.

Criaderos dobles

Damos esta denominación a unas cajas más anchas con dos vertientes cubiertas por dos filas de marcos provistos de cristales.

La caja, construída de hierro o de madera, como la precedente, tiene sus caras longitudinales de la misma altura; los costados de las cabezas están formados por piñones de doble pendiente (fig. 502).

La caja lleva una cumbrera de hierro en U sostenida por abajo por un tabique intermedio o por pequeños pies derechos; de este hierro parten otros perpendiculares que unidos

con él vienen a descansar sobre las caras longitudinales de la caja, y están colocados a una distancia igual a la anchura del marco más el juego necesario.

Estos hierros en U forman las canales indispensables para la salida de las aguas de lluvia, y la cumbrera va, además, recubierta con una tira de palastro o de zinc aislada en 0,10 m., que descansa sobre el caballete por pequeñas

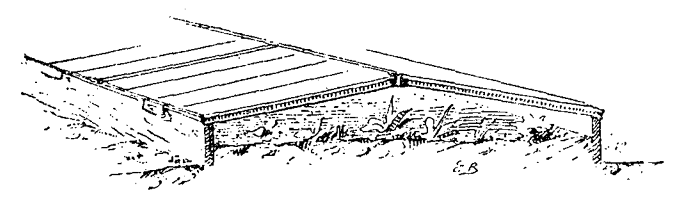


Fig. 502.

patillas de hierro plano, y evitan así al hierro en U de la cumbrera que se llene demasiado fácilmente antes que la salida pueda efectuarse por las canales inclinadas.

Los marcos que cubren el criadero de plantas son semejantes a los representados en la figura 499, ya descritos.

Criadero holandés

Se entiende por criadero holandés una especie de invernadero excavado en el suelo y cubierto de hierro y cristales sin pies derechos (fig. 503).

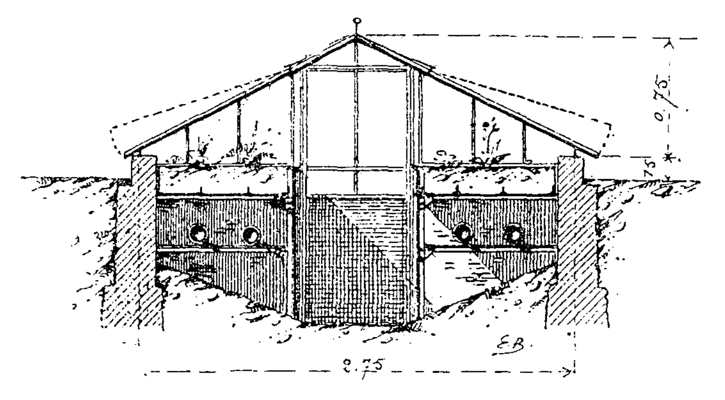


Fig. 503.

En el corte de este criadero hemos indicado la forma del suelo en pendiente a cada lado del camino interior, lo que

tiene la ventaja de disminuir la altura de la mampostería que hay que construir para sostener las tierras, y la de reducir el volumen de aire que hay que calentar.

Los muretes sobresalen del suelo 0.15 a 0,20 m. aproximadamente.

Se da a estos criaderos, especialmente destinados al cultivo de plantas bajas (fresas, etc.), tan sólo la altura necesaria para mantenerse de pie entre las dos vertientes, es decir, en el camino central.

Digamos, para evitar toda confusión, que se llama también criadero al cajón de chapa y teja, colocado en el interior de los invernaderos y destinado a contener la tierra necesaria para recibir las plantas; los tubos de calefacción pasan por debajo de estos criaderos, como veremos más adelante.

Para entrar en estos invernaderos hay necesidad de bajar algunos escalones practicados al exterior.

La construcción se compone de un caballete de hierro T, de una solera de angular y de cabios o parecillos de hierros T de 25 × 30; por encima del caballete va una varilla de hierro redondo destinada a fijar las esteras o zarzos.

Los piñones están hechos igualmente con hierro en T de 20 × 25 para los pequeños montantes verticales, y el marco está hecho de angular.

Los montantes durmientes de la puerta son de pletina de 36 × 16, la puerta de pletina de 36 × 14 guarnecida con angular de 35 × 18, el panel de chapa de 2,5 mm. con marco de hierro media caña de 25 × 7.

Estos criaderos, según su destino, van provistos de marcos que se abren de cuando en cuando, o están enteramente formados por marcos móviles; en este último caso la construcción, exceptuando los piñones, es la de un criadero de plantas con una inclinación más grande.

La instalación del criadero de que nos ocupamos está formada por marcos para plantas a cada lado del camino, los cuales se unen en vuelta en el final o fondo del criadero.

Debajo de este criadero va dispuesta la calefacción, constituída por una caldera termosifón y una o dos series de tubos, según el cultivo a que se destina el criadero.

Criadero holandés con pies derechos

Los pies derechos aumentan la altura del criadero y permiten la toma de aire vertical (fig. 504).

En cuanto a los detalles de la construcción, ésta es absolutamente lo mismo que para el criadero que acabamos de

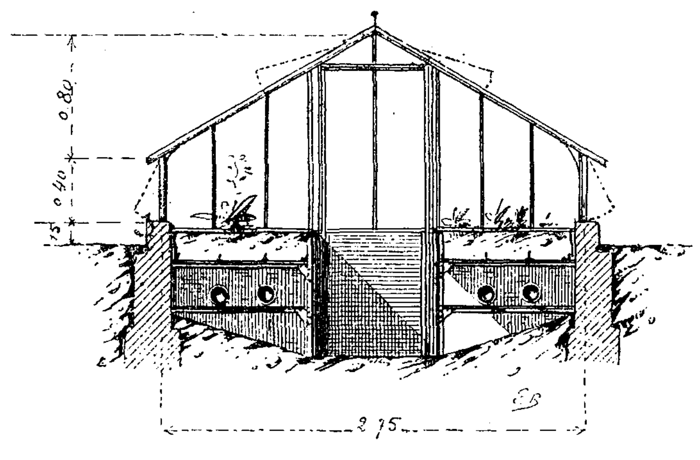


Fig. 504.

examinar, excepto para la parte vertical revestida de cristales, que no existía en la anterior.

Este criadero necesita unas pequeñas cerchas, sin las cuales empujaría los pies derechos hacia afuera; es preciso, pues, tener la precaución de hacer indeformables los ángulos en el caballete y en los apoyos; examinaremos los medios para conseguirlo al tratar de la construcción de los invernaderos.

Invernaderos

Formas de los invernaderos

Las formas de los invernaderos guardan poca relación con la clase de cultivo; un invernadero de forma cualquiera

puede también servir a un cultivo cualquiera, y de un mismo invernadero se puede hacer un invernadero frío para plantas de hoja persistente, o un invernadero caliente destinado a abrigar plantas de la zona tórrida.

Las principales formas de invernaderos son:

1.° El invernadero para vid, adosado sin pies derechos;
2.° » adosado con pies derechos;
3.° » » con pies derechos y cubierta en arco;
4.° » » parabólico;
5.° » holandés con pies derechos y cubierta recta;
6.° » holandés en arco;
7.° » » parabólico;
8.° » para naranjos.

Invernadero para vid

El invernadero para vid da bastante bien la idea de un marco de criadero apoyado contra un muro.

Destinado a abrigar una parra, este invernadero tiene poca anchura, aproximadamente 1,50 m., y 3 ó 4 m. de altura; la mitad de la superficie de cristales está formada por marcos que pueden abrirse.

Invernadero adosado con cubierta recta

El invernadero adosado con cubierta recta se compone de un pie derecho, de una cercha o par y de dos piñones, uno de los cuales lleva una puerta (fig. 505).

Unos marcos que se abren van dispuestos en el pie derecho y cerca de la cumbrera.

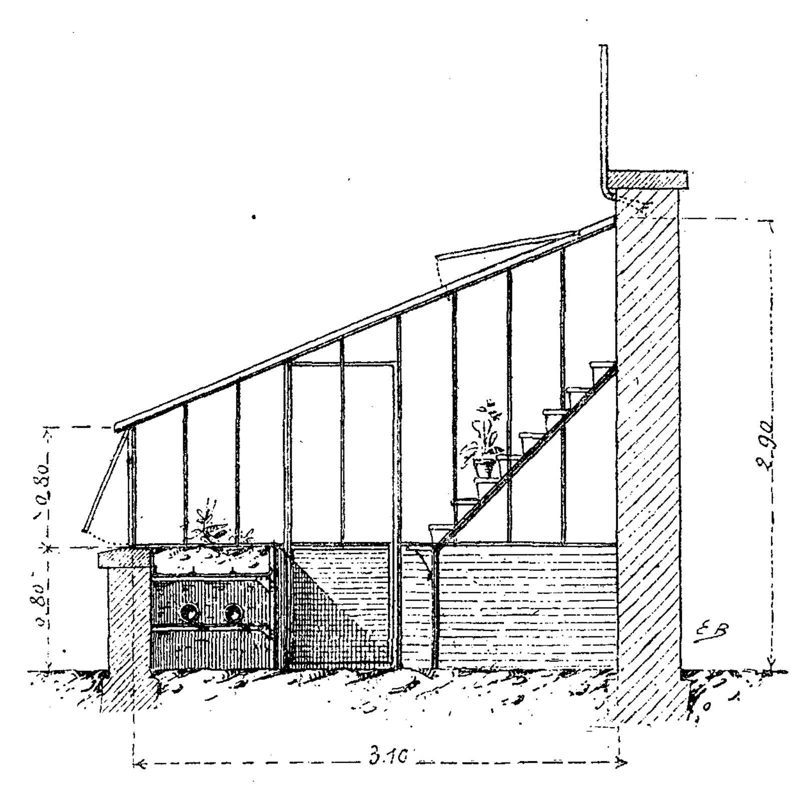


Fig. 505.

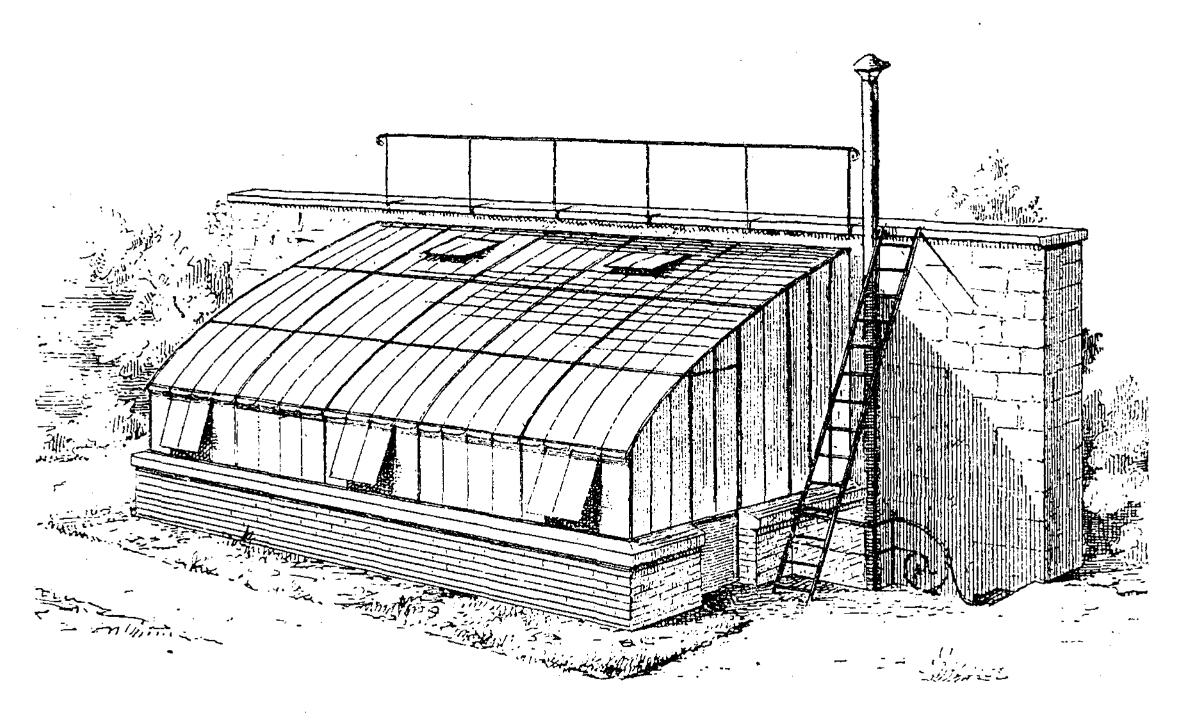


Fig. 506.

INVERNADERO ADOSADO CON CUBIERTA EN ARCO

Lo representamos en perspectiva en la figura 506; sus disposiciones son las mismas que en el precedente, variando tan sólo la forma de la cubierta.

INVERNADERO ADOSADO PARABÓLICO

Con esta forma el invernadero no tiene pie derecho (figura 507); indicamos de puntos una cubierta ligeramente

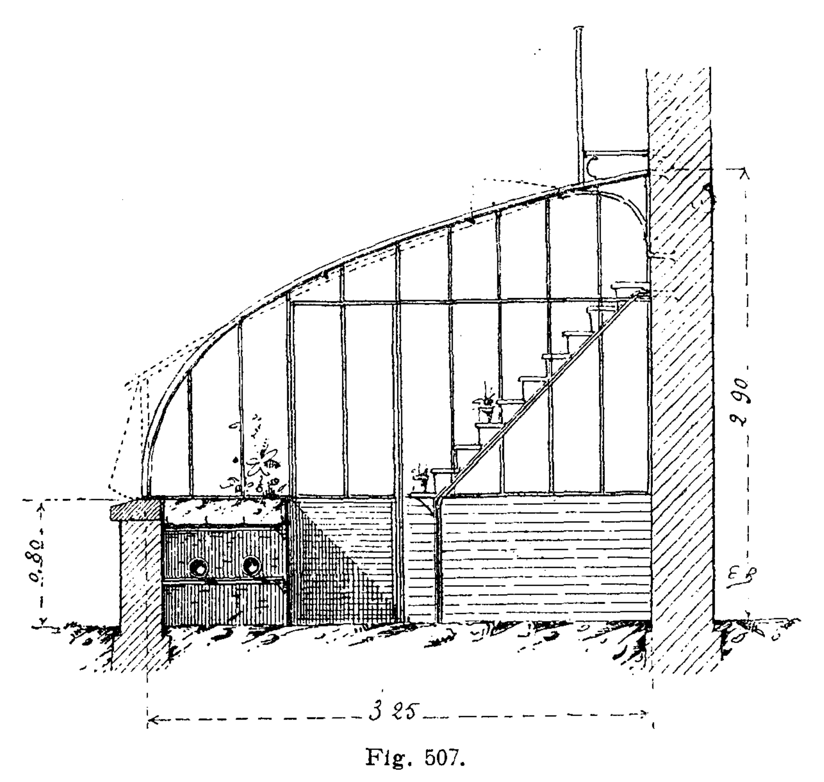


Fig. 507.

arqueada para poder darse cuenta de la diferencia de forma; cuando tratemos de la construcción de invernaderos en general, veremos la dificultad que ofrece la colocación de los chasis o marcos en los de esta categoría.

INVERNADERO HOLANDÉS RECTO

El invernadero llamado holandés es un invernadero a dos vertientes; en realidad, son dos invernaderos adosados reunidos.

Estos invernaderos se hacen siempre de una anchura bastante grande y el centro ocupado por un criadero de tierra; se puede, por lo tanto, hacer como indicamos en la

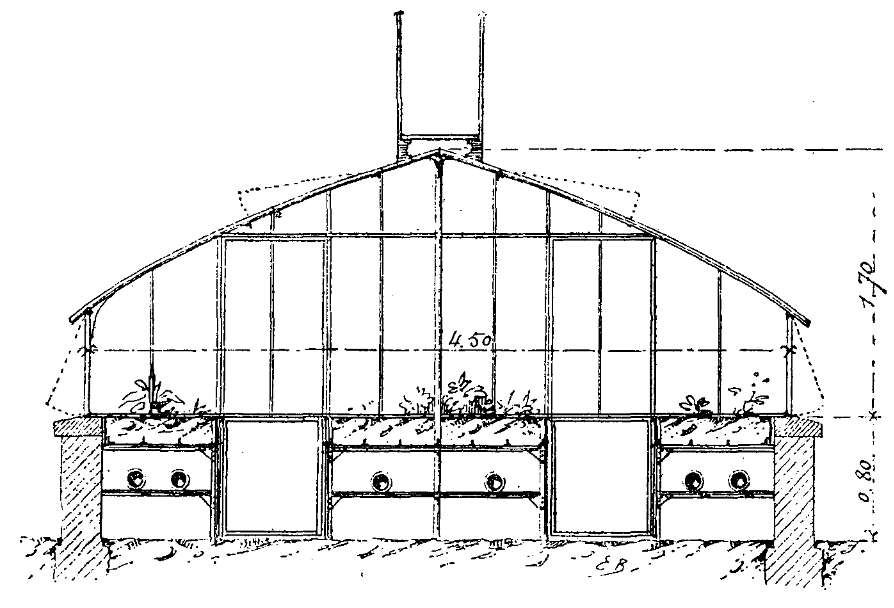


Fig. 508.

figura 508, es decir, poner columnas en el centro que reemplacen al muro de contigüidad.

INVERNADERO HOLANDÉS EN ARCO

Con excepción de una ligera curvatura en la cubierta, tiene la misma disposición que el anterior.

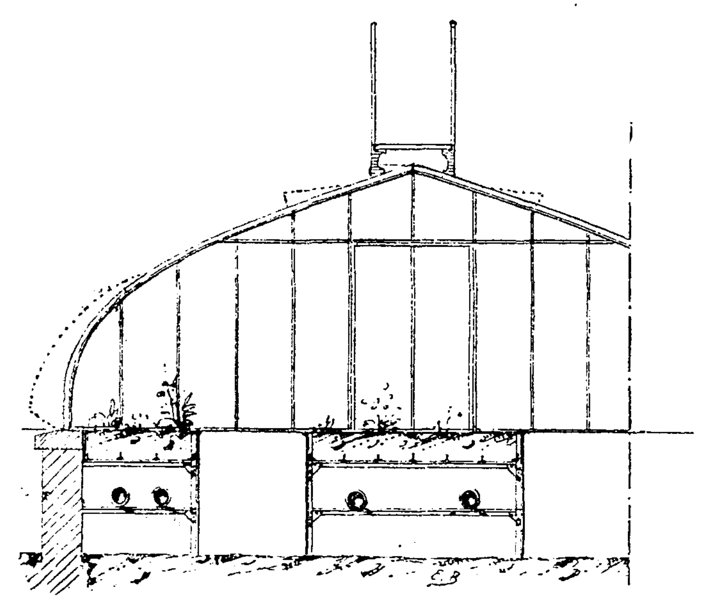


Fig. 509.

INVERNADERO HOLANDÉS PARABÓLICO

Haremos para éste la misma observación: es en suma dos invernaderos parabólicos adosados; la figura 509 da un corte de él.

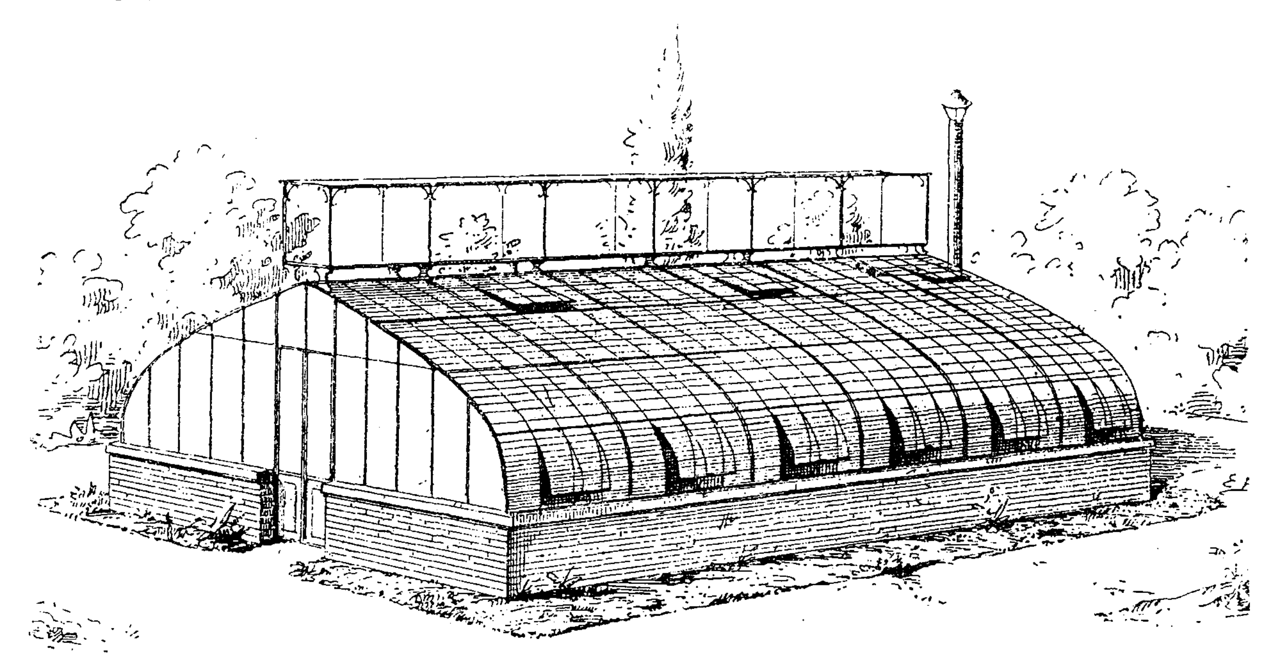


Fig. 510.

La forma de este invernadero es más elegante que los demás, como es fácil darse cuenta por la figura 510, que presenta este invernadero en perspectiva.

INVERNADERO PARA NARANJOS

Considerado desde el punto de vista de la cerrajería, el invernadero para naranjos no comprende más que la fachada de cristales, algunas veces tan sólo ventanas sencillas en arco.

El invernadero para naranjos es una construcción compuesta de una planta baja techada en terraza y sostenida por muros y pilastras; entre estas pilastras se aplican las partes de hierro y cristal. El invernadero para naranjos está siempre expuesto al mediodía.

PLANTA DE LOS INVERNADEROS, DISPOSICIONES E INSTALACIONES

Los invernaderos se distinguen unos de otros por las diferencias de temperatura más que por su forma, y se clasifican en:

1.° Invernadero frío;
2.° » templado;
3.° » caliente;
4.° » » húmedo;
5.° » » forzado.

Se entiende por invernadero frío aquel en el cual la temperatura puede bajar a 0°, pero no puede pasar de este límite.

Todo local cubierto que tenga una fachada de cristales expuesta al mediodía es un invernadero frío; se colocan en él

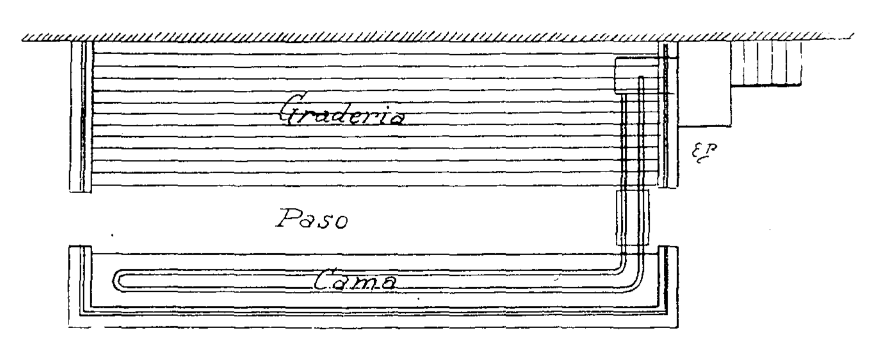


Fig. 511.

las plantas de adorno que la helada destruiría, especialmente los naranjos, los mirtos, los granados y otros árboles o arbustos de hoja permanente.

El invernadero templado recibe las plantas que durante el invierno se resentirían con una temperatura inferior a 10°, bien sea porque crecen y hasta florecen en esta estación, bien sea porque su estructura es delicada y se marchitan fácilmente.

La figura 511 nos indica la disposición en planta de un invernadero templado que contiene un criadero de tierra (cama) y una gradería para las macetas.

Se hace adosado o a dos vertientes; la temperatura conveniente es la de 15 a 18°.

El invernadero caliente está destinado a familias tales como las palmeras, las cicádeas, las bromeliáceas, etc. La temperatura necesaria es la de 25 a 30°; si está adosado se le

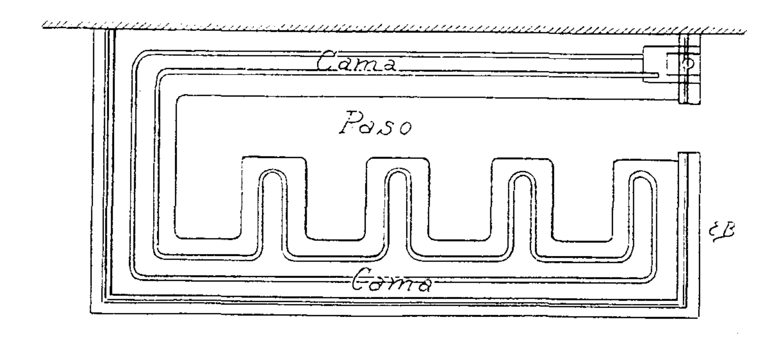


Fig. 512.

debe exponer al mediodía; la figura 512 presenta una disposición en planta, en la cual, no permitiendo el ancho del invernadero un criadero central, se ha utilizado este espacio para pequeños criaderos que avanzan hacia el centro.

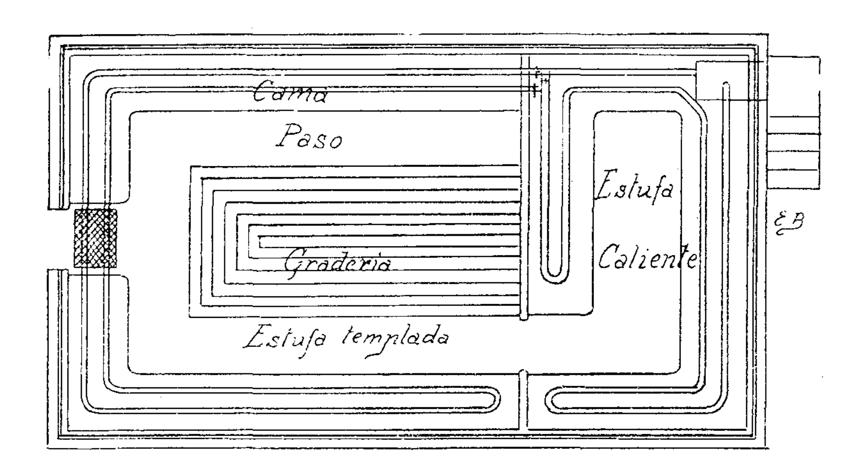


Fig. 513.

La figura 513, invernadero mixto, es una solución empleada a menudo en las propiedades particulares en que la importancia de los jardines no exige dos invernaderos; se contentan, entonces, con dividir en dos partes el que existe, bien en dos partes iguales o distintas, según la importancia que se quiera dar a uno u otro de los cultivos.

El invernadero caliente húmedo está destinado a las orquídeas; en ciertos invernaderos de este género se dispone una circulación de agua en canales al aire libre que se evapora y da la humedad necesaria para estas plantas (fig. 514).

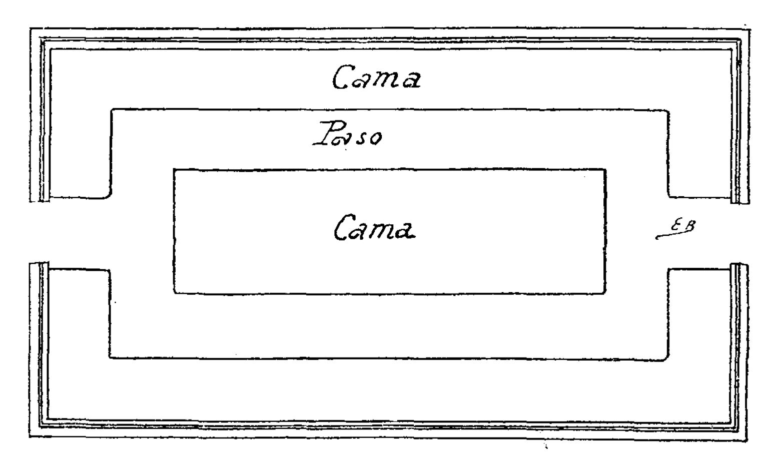


Fig. 514.

El invernadero forzado es un invernadero caliente de aire seco que sirve para producir flores y frutos fuera de las épocas en que se producirían al aire libre.

Instalación de los invernaderos

Dejando aparte la calefacción, de que trataremos especialmente más adelante, examinemos ahora la disposición del invernadero que se compone de criaderos y de graderías.

La sección de los criaderos está indicada en cada uno de los cortes de nuestros invernaderos en las figuras 504 a 509.

Un criadero comprende: unos pies de hierro T de 35×40 unidos al murete por dos traviesas del mismo hierro y empotradas por uno de sus extremos; el otro extremo va unido al pie por cartelas de chapa de 0,0025; la traviesa inferior lleva los tubos de calefacción y la superior el criadero propiamente dicho, que está compuesto por dos paredes de chapa de 140×3, armadas con escuadras y bordeadas por una media caña; estas paredes van unidas a los pies de los criaderos, y el fondo de éstos está hecho con dos o tres hierros T, simple-

mente apoyados sobre las traviesas superiores de los pies en sentido longitudinal; estos hierros sirven de encaje a tejas planas que forman el fondo de los criaderos para sostener la tierra.

Las graderías están destinadas a sostener las macetas que contienen los esquejes; tienen, aproximadamente, 0,15 m. de alto y 0,15 m. de ancho, en número variable según la importancia del invernadero.

Los pies de las graderías están construídos ordinariamente con un angular de 70 × 40 acodado a la altura del criadero y empotrado por abajo en el suelo y por arriba en el muro.

Este angular lleva una cremallera de pletina de 25 × 6 formando escalones de 0,15 × 0,15, y semejante a la que hemos descrito en el capítulo Escaleras (fig. 461).

Las tablillas son: o simples tablas, que se atornillan por debajo sobre los dientes de la cremallera, o metálicas, y están compuestas de un angular en el borde y tres hierros T colocados con elala hacia arriba; a veces se hace el borde con un hierro T colocado con el ala vertical y el alma horizontal; los hierros T que forman el anaquel son vaciados a la altura de las cremalleras y fijados con tornillos. Se colocan también encima de los criaderos pequeños anaqueles suspendidos como indicamos en *S* (fig. 515).

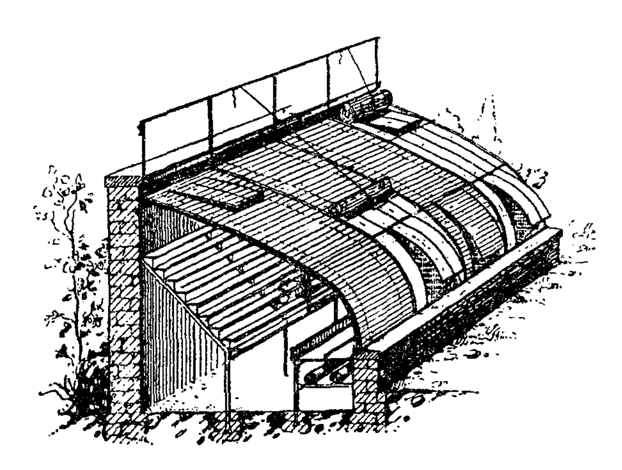


Fig. 515.

Construcción de los invernaderos

Antiguamente los invernaderos se hacían de madera, compuestos de cabios acepillados, en los cuales se habían practicado las ranuras para los cristales.

La madera era más a propósito para la conservación del calor y evitaba las condensaciones, pero expuesta por el interior a diferencias de temperatura considerables, variando de —15° a +25 y 30°, se deformaba de una manera muy irregular que ocasionaba la rotura de los vidrios, y además se deterioraba rápidamente.

Tales consideraciones indujeron a los constructores a aplicar el hierro a estas ligeras construcciones.

Al principio de esta aplicación los perfiles de hierros empleados no permitían obtener la ligereza de nuestros invernaderos actuales, y las secciones apenas eran propicias a su empleo; las forjas no suministraban todavía estos pequeños hierros T tan robustos de nervio y tan cómodos para la colocación de cristales, y era preciso componer las formas necesarias por medio de varios hierros unidos.

Los progresos constantes nos han llevado a las combinaciones de construcción que vamos a describir.

Cerchas

Las cerchas se hacen de pletina, de hierro T, de hierro cruciforme, de hierro especial para claraboyas, etc.

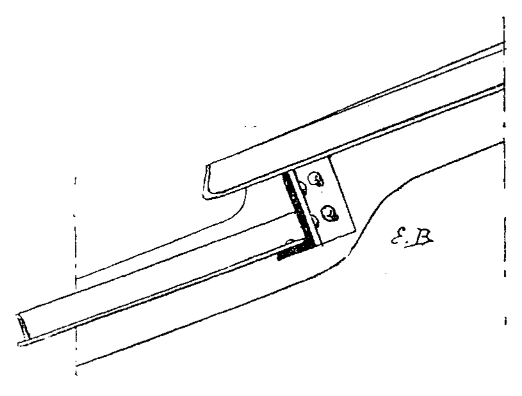


Fig. 516.

Las cerchas de pletina van guarnecidas por cada lado con un pequeño hierro cuadrado, lo que da una sección en forma de T y constituye así los asientos para los cristales; el asiento de los marcos móviles se guarnece de pequeños angulares reforzados por un lado, remachados y colocados con una inclinación menor que la de la cercha, de manera que en la parte superior se encuentren debajo de los cristales y en la parte inferior se encuentren por encima. En el pie derecho

la cercha va reforzada por cartelas o jabalcones de arriostramiento.

Se construye también esta cercha con resalte frente a cada correa (fig. 516), que es, entonces, de hierro angular si recibe los cabios o de pletina y hierro en U si recibe el marco o bastidor.

Esta disposición es la más costosa, pero también la que da mejores resultados.

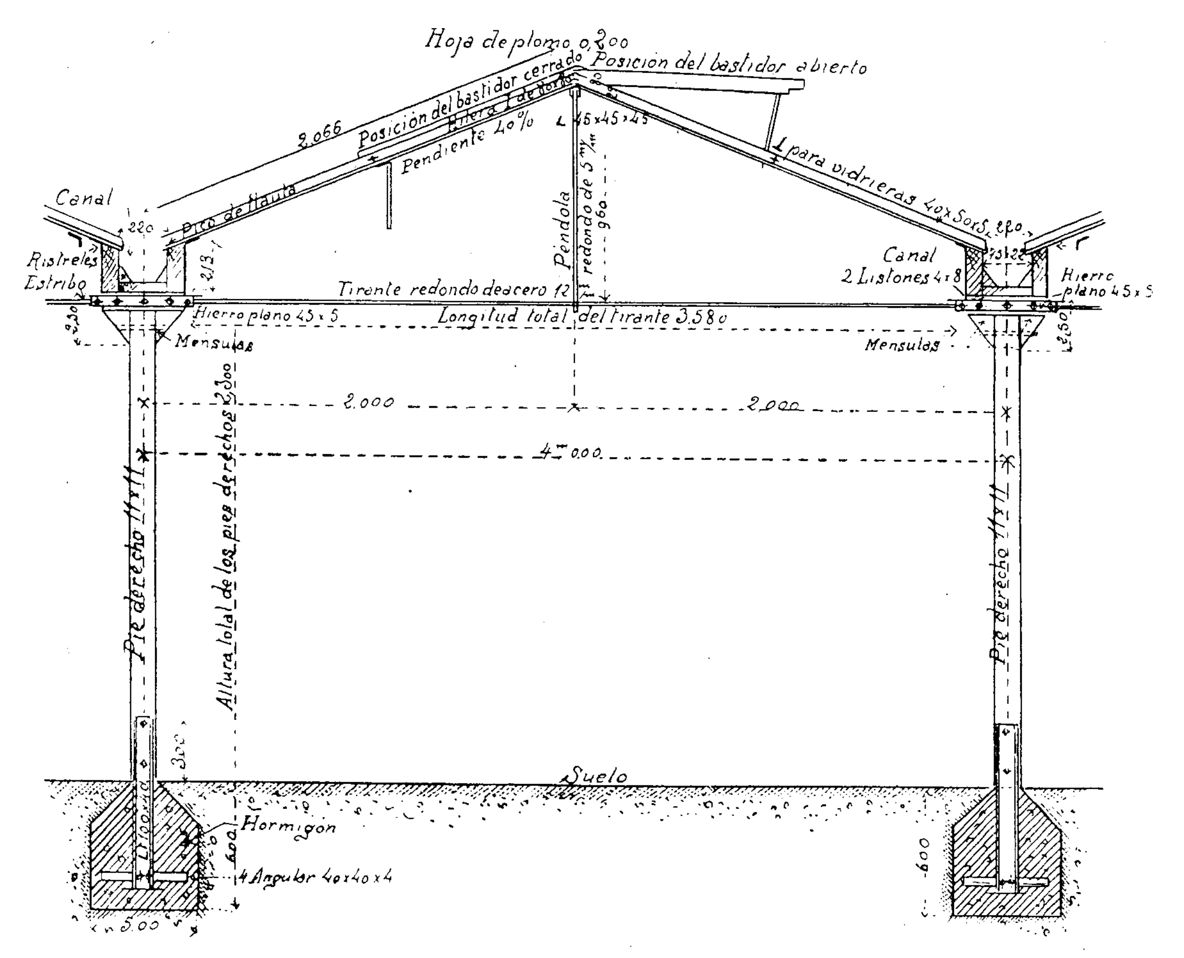


Fig. 517.

Las cerchas de hierro en T y cruciforme son más económicas, pero hacen difícil el establecimiento de los marcos en el asiento, para los cuales hay necesidad de establecer pequeños costeros o de poner correas suplementarias, inconveniente que haremos notar más adelante.

Hemos construído para cultivos forzados grandes invernaderos de hierro y de madera sin ninguna cercha (fig. 517).

El principio adoptado consiste en establecer filas de canalones de madera guarnecidos de zinc, distanciados 4 m. de eje a eje y sostenidos por postes de madera distantes 5 m., empotrados en su base para asegurar la estabilidad bajo la acción del viento.

Entre estas filas de canalones las cubiertas están compuestas únicamente por hierros en T para claraboyas de 30×35 alternando con hierros gruesos de 40 × 50 destinados a soportar las sobrecargas accidentales debidas a la circulación sobre tablas de los operarios ocupados en los trabajos de reparación y entretenimiento; estos hierros para claraboyas van fijos a una cumbrera en doble T del núm. 80, que reparte las cargas, con forros de madera y tira de plomo; además, los empujes sobre los canalones de madera quedan anulados por unos tirantes transversales que unen todas las cabezas de los postes.

Unos marcos que abren a charnela van colocados cerca del caballete; las fachadas largas y los piñones tienen un zócalo de hormigón de gravilla y cemento de 0,11 de grueso y 0,35 de alto, postes fijos de madera y marcos móviles de madera de 0,90 m. de ancho aproximadamente, y 1,98 m. de alto, mantenidos por unos pasadores y provistos de empuñaduras de hierro para ser completamente levantados durante el verano.

Los invernaderos así construídos son muy económicos. Cada uno de ellos cubre 2500 m^2 de superficie, y ha sido preciso emplear por metro cuadrado cubierto, aproximadamente, 10 Kg. de hierro y 0,020 m^2 de armadura de madera acepillada, no incluídos los marcos de carpintería sobre la techumbre y sobre el contorno.

Correas

Las correas son el caballo de batalla en los invernaderos; en efecto, si se colocan horizontalmente debajo de las cerchas y los cabios son un obstáculo a la salida de las aguas

de condensación que el vapor de agua forma sobre los cristales y que reunida cae en gotas frías sobre las plantas y las mata; también podemos decir que el mejor invernadero sería aquel que no tuviese correas y estuviese compuesto enteramente de cabios.

Los constructores lo han comprendido así y han buscado no la supresión completa, que necesitaría unos cabios muy fuertes, sino la manera de colocar las correas de hierro T, angular u otros al exterior, lo que a nuestro juicio constituye un gran progreso.

Las correas exteriores, cualquiera que sea su sección, van ensambladas encima de las cerchas y llevan suspendidos todos los cabios del tramo.

Marcos móviles

En los invernaderos hechos con cerchas de pletina guarnecida, T, etc., los marcos que se abren están construídos como los marcos de criadero ya descritos. Se colocan sobre el hierro U que lleva la correa y en el angular de guarnición de la cercha, que sirven al mismo tiempo para la salida del agua; los cabios de encima impiden al marco salir de su sitio, o bien los marcos vienen a colocarse encima de las cerchas o encima de los cabios; en este caso, para asegurar la salida del agua por encima del marco hay necesidad de levantar los cabios y poner una correa de más en el tramo que contiene el marco.

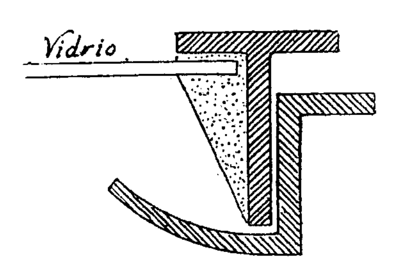


Fig. 518.

Los marcos de pared llevan herrajes de charnelas y cierran con encaje; se hacen algunas veces los bordes de estos marcos con hierro Z para formar recubrimiento para el encaje (fig. 518).

Al hablar del invernadero parabólico hemos dicho que el marco de la parte inferior presentaba ciertas dificultades; en

efecto, en la construción de este invernadero las cerchas son de hierros cruciformes, los tramos están divididos en cuatro partes por tres cabios, y las dos divisiones intermedias son las que reciben los marcos.

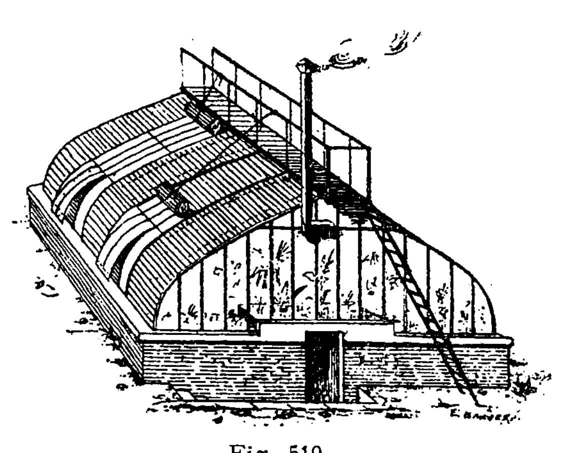
Hay, pues, precisión de hacer en la parte superior un recubrimiento para la salida de las aguas por encima del marco; se le obtiene por una correa de hierro Z; los cabios superiores vienen a parar sobre el ala inferior, y la superior recubre la parte alta del marco. Esta disposición exige un fuerte rejuntado con masilla, si no el agua quedaría detenida por el hierro Z.

Caminos de servicio

Los caminos sobre los invernaderos tienen por objeto permitir el servicio de cubrir con cañizos, zarzos, esteras, encerados u otros medios.

El caso más sencillo es el del invernadero adosado cuando el muro contiguo pertenece al propietario del invernadero (fig. 505); en este caso basta empotrar unos montantes coronados por un pasamano en dicho muro.

Para los demás casos, invernaderos adosados u holandeses, los montantes se fijan a las cerchas (figs. 507 y 508) y llevan el camino propiamente dicho que está formado por dos angulares, sobre los cuales se fijan de través viguetillas de hierro T distanciadas 0,04 m. de eje a eje, colocadas con el ala hacia arriba de manera que presenten a los pies una superficie unida.


Fig. 519.

Zarzos, esteras, cañizos

Para oponerse a los inconvenientes del sol, perjudicial para ciertos cultivos, se emplean zarzos, esteras,

cañizos, etc. Es, pues, para su servicio para lo que es instalado el camino (fig. 519). Se llega a éste por medio de escaleras ligeras construídas con hierros en U para los montantes y con hierros redondos para los peldaños.

Estas escaleras a menudo llevan montantes de vigas subtendidas y pueden de este modo ser construídas con más ligereza.

Vidriería de los invernaderos

La vidriería tiene una gran importancia en la construcción de invernaderos; es la que constituye las verdaderas paredes, y el hierro no sirve más que para sostenerla, función bien útil, pero que no serviría de nada sin la adición de este elemento transparente.

No hemos tratado aquí sobre el vidrio propiamente dicho, del que volveremos a hablar al ocuparnos de la calefacción, sino únicamente de su colocación en obra.

En los invernaderos curvos, que son casi todos, hay numerosas juntas de cristal que hacen recubrimiento unas sobre otras, y están mantenidas en su sitio por grapas de plomo, cerrando la junta por una capa de masilla.

En los cristales de la cubierta la junta hecha de este modo presenta muchos inconvenientes. Se ha tratado de mejorarla mediante muchos sistemas más o menos perfectos que satisfacen mejor o peor a las condiciones.

No intentaremos aquí describirlos todos; tan sólo indicaremos uno que creemos el mejor porque ha recibido numerosas aplicaciones.

Este sistema consiste en una varilla formada con una tira de zinc plegada que se adapta a la unión horizontal de cada vidrio; estampada en forma de gancho, recibe la extremidad del vidrio superior y se encaja en el principio del vidrio inferior; esta varilla afecta varias secciones diferentes (figuras 520 y 521).

Una vez colocadas estas varillas, basta un poco de masilla, y las aguas de condensación, siguiendo la superficie inferior del vidrio, vienen a depositarse en el hueco de la varilla que forma recipiente y escapan al exterior por una pequeña abertura practicada en el centro de aquélla.

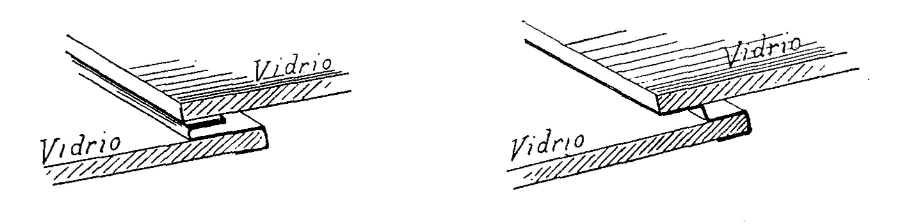


Fig. 520. Fig. 521.

Este sistema hace superfluo el empleo de grapas, y es estanco hasta con una inclinación de 0,08 m. por metro; la colocación puede hacerse por cualquier obrero vidriero; sin embargo, creemos que es preferible, por sencillo que sea el sistema, hacer efectuar este trabajo por un especialista.

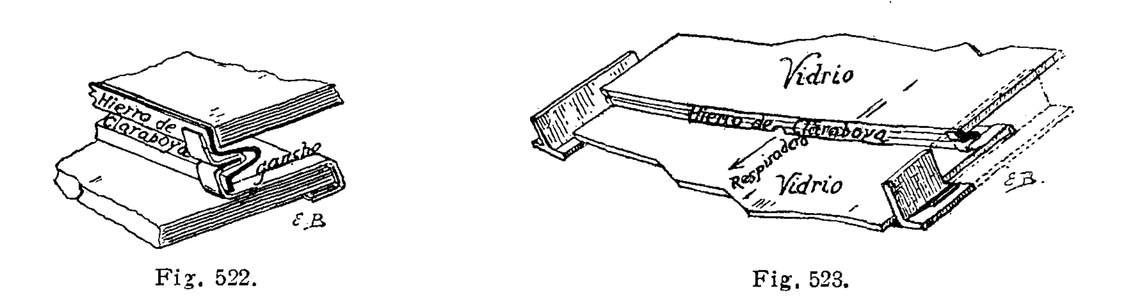


Fig. 522. Fig. 523.

Las figuras 522 y 523 representan un hierro de claraboyas que está enteramente alojado entre los dos vidrios, y suprime así la tira de metal inferior que hasta cierto punto podía favorecer la condensación.

Jardines de invierno

El jardín de invierno es o un anexo a una vivienda o una construcción aislada; en cualquiera de los dos casos es un invernadero de lujo más o menos decorado de dimensiones más amplias, que no sirve para el cultivo, sino solamente para

abrigar plantas raras y caprichosas haciendo de él un verdadero salón acristalado.

Al decir que el jardín de invierno es un invernadero no pretendemos aplicarle esta denominación más que como local destinado a recibir plantas, pues en cuanto a su forma difiere absolutamente de ello; la figura 524, que representa un jardín de invierno flanqueado por dos invernaderos, pone bien de manifiesto la diferencia.

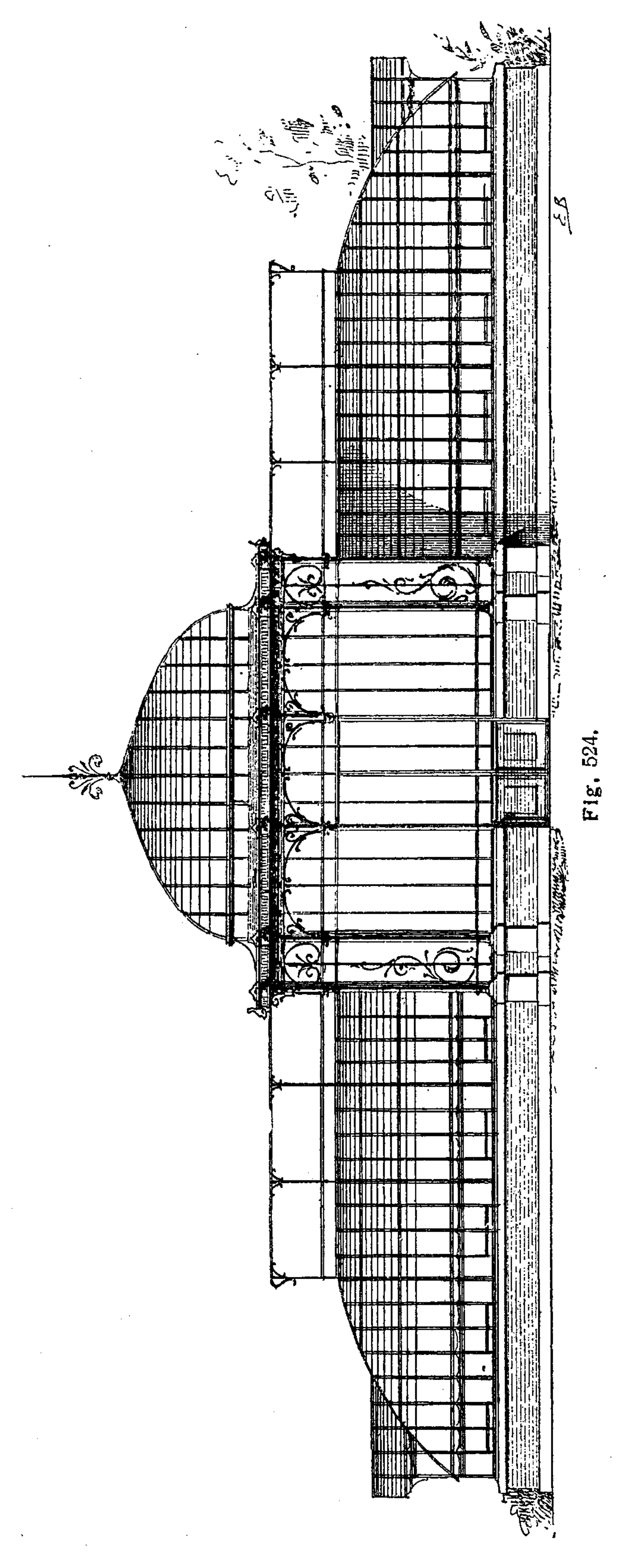


Fig. 524.

En la planta (figura 525) se ve que la instalación es nula en el jardín de invierno; si a veces se colocan en él flores o plantas en criaderos, éstos son del todo especiales, decorados y a menudo construídos de mármol o de hierro y revestidos de porcelana; a veces son muy profundos para permitir que las raíces se desarrollen.

La calefacción en los jardines de invierno está casi siempre establecida en zanjas recubiertas con metal

calado, rara vez de fundición, como se usa en los invernaderos para los pasos.

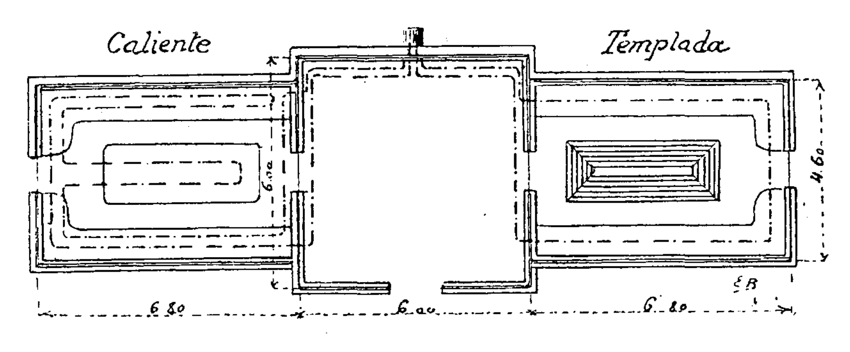


Fig. 525.

La construcción de jardines de invierno, por lo que respecta al arte arquitectónico, es la obra más importante de la cerrajería artística.

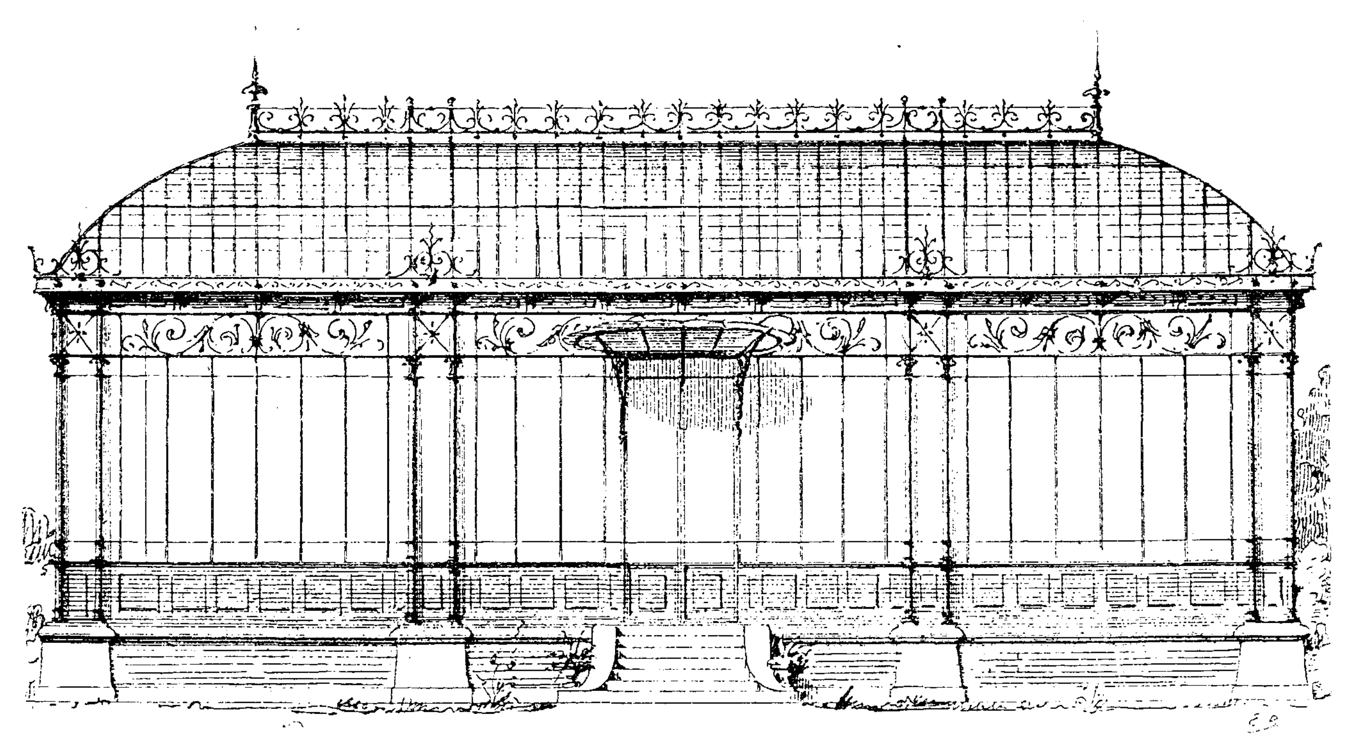


Fig. 526.

Las formas y el modo de construcción varían hasta lo infinito; hemos escogido dos tipos distintos que indicamos en estas páginas.

El primero (fig. 524) es un jardín sobre columnas y cubierto parcialmente; la parte comprendida entre las colum-

nas de los ángulos va en terraza; esto permite dar más carácter a la decoración interior.

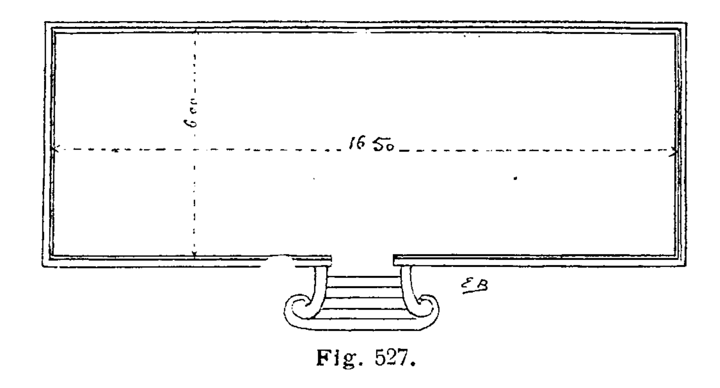


Fig. 527.

El segundo tipo (figs. 526 y 527) puede ser aislado o anexo; va enteramente cubierto de cristales.

Calefacción de los invernaderos, jardines de invierno, etc.

Todo invernadero es un espacio cerrado sometido al enfriamiento exterior, y en cuyo interior se encuentran plantas, generalmente sensibles a la acción del frío.

Siendo el desarrollo de estas plantas función de la cantidad de luz y de sol que penetre en el invernadero, la importancia de las superficies translúcidas y diatérmanas será tanto más considerable cuanto que las plantas se encontrarán más en condiciones de desarrollo análogas a las de su vida a cielo abierto.

El vidrio es precisamente un cuerpo que deja penetrar la luz y el calor que es consecuencia de aquélla, pero que, por el contrario, no deja salir en sentido inverso el calor oscuro producido por la calefacción del aire y de los objetos que se encuentran en elin terior del invernadero. El vidrio, que es diatérmano para el calor radiante luminoso y atérmano para el calor radiante oscuro, es, pues, el elemento más apropiado y el más conveniente para la construcción de los invernaderos.

Si no se tuviese en cuenta más que este fenómeno debería creerse que no hay necesidad de calefacción artificial,

pero hay que tener también presente el hecho de que para conseguir un efecto térmico máximo, es decir, ofrecer los menos obstáculos posibles a la penetración del calor luminoso, es preciso emplear vidrios de espesor muy débil, o sea de 3 a 4 mm. (se emplea generalmente el vidrio llamado semi-doble, que con el espesor de 3 a 4 mm. resiste suficientemente a la nieve y al pedrisco en nuestros climas).

Ahora bien, estos vidrios por razón de su débil espesor son suficientemente buenos conductores del calor para que la pérdida por conductibilidad sea una causa importante de enfriamiento.

Existe, además, una segunda causa de pérdida, y es la producida por la renovación del aire, pues las plantas respiran como los seres animados; por lo tanto, si hay renovación de aire, este aire debe ser introducido a una temperatura suficientemente suave para que al contacto con las plantas no se produzca ningún enfriamiento brusco de los tejidos celulares.

Existe, finalmente, la pérdida por la conductibilidad de las paredes de mampostería.

Vamos a examinar cada una de estas causas de pérdida, a estudiar su importancia relativa, y finalmente, a llegar a determinar la cantidad de calorías que deberán producirse en una hora valiéndose de los aparatos de calefacción.

El examen de estos diferentes puntos nos conducirá al mismo tiempo a establecer las condiciones principales a que deberá satisfacer una calefacción de invernadero juiciosamente construído.

PÉRDIDA POR LA SUPERFICIE DE LOS CRISTALES

Las pérdidas según la naturaleza de las paredes y por metro cuadrado se calculan por la fórmula:

$$M = Q(t - t')$$

en la cual Q es un coeficiente de conductibilidad variable para cada material, igual a 3,5 para el vidrio y a 1 para un muro

de ladrillos de 0,22 m. de espesor; t es la temperatura interior del invernadero, t' la temperatura exterior.

Por el examen de esta fórmula llegaremos a deducir:

1.° Que en un invernadero la pérdida por las superficies de los cristales es muy grande, y que podremos sin gran variación despreciar las pérdidas por las mamposterías, cuyo espesor no es nunca inferior a 0,22 m.

2.° Que la calefacción deberá ser calculada especialmente según el clima de la región, puesto que la temperatura mínima de la noche, t', es un dato de los más variables.

3.° Que la calefacción deberá asimismo calcularse según la naturaleza de las plantas criadas en el invernadero, o según que éste sea templado o caliente, es decir, destinado a la conservación o a la reproducción de las plantas.

Pérdida por renovación de aire

En el invierno, es decir, durante el período de calefacción, la renovación del aire es muy débil; el marco de aireación no se abre y resulta suficiente la renovación que se efectúa por las uniones de los vidrios unos con otros y por las juntas de las diferentes armaduras de hierro.

Si estimamos que el aire se renueva dos veces cada 24 horas, será fácil, dado el calor específico de 1 m³ de aire, que es de 0,300 calorías, concluir que esta cantidad de calor es muy pequeña con relación a la que se pierde por los vidrios.

Si consideramos, en efecto, un invernadero con una superficie vidriada de 100 m², un volumen de 60 m³ y una superficie de mampostería de 20 m², la pérdida por todas estas causas será:

Pérdida por los vidrios	$100 \times 3{,}5 \times (t - t') =$	$350\ (t - t')$
» en el aire renovado . .	$\frac{60}{12} \times 0{,}3 \times (t - t') =$	$1{,}5\ (t - t')$
» por la mampostería . .	$20 \times 1 \times (t - t') =$	$20\ (t - t')$
	Total.	$371{,}5\ (t - t')$

Se podrá, por lo tanto, en la práctica despreciar sin cuidado las dos últimas causas tomando para el vidrio un coeficiente igual a 4, y entonces, habrá que suministrar:

$$4 \times S \times (t - t') \text{ calorías.}$$

Examen de las cantidades t y t'

La temperatura t' depende únicamente del clima de la región. Bastará consultar la media de las temperaturas mínimas de la noche registradas en un período de diez años, y se basarán los cálculos sobre este dato. En París esta temperatura mínima es de —15°.

En cuanto a la temperatura t, depende del uso del invernadero y de la naturaleza de las plantas que se encierran en él.

Como ya hemos dicho, los invernaderos se dividen en *templados* y *calientes,* y cada una de estas denominaciones admite varias subdivisiones.

Vamos a examinar las principales.

Considerando siempre la manera como hemos apreciado t', la temperatura exterior, el invernadero templado propiamente dicho debe en los tiempos más fríos poder dar una temperatura mínima de +10°, el invernadero caliente +17°, el invernadero de orquídeas y piñas +20°, y finalmente, el invernadero de reproducción +25°.

En este último las superficies de calefacción deberán estar dispuestas de tal modo que el calor se concentre únicamente bajo los criaderos de multiplicación, y que irradie lo más posible hacia la parte baja del criadero; incluso para obtener mejor resultado se deberá cerrar completamente la parte baja del criadero en los puntos en que la multiplicación exija más calor.

Admitidos estos diferentes puntos y conociendo la cantidad de calorías que se han de producir en la unidad de tiempo, es decir, en una hora, vamos a estudiar las condiciones a que debe satisfacer el aparato empleado para la *calefacción del invernadero.*

Consideraremos, por lo pronto, la manera de llevar el calor al invernadero y, después, el generador o productor de calor.

Antes de hacer enumeración alguna de aparatos vamos a examinar el valor de ciertos modos de calefacción que deben proscribirse de una manera absoluta.

Es el caso de la calefacción de aire por calorífero. En efecto, estando forzosamente localizadas las bocanadas de calor, el aire caliente llega siempre a los mismos puntos; se obtendrá, pues, ya difícilmente la homogeneidad de la temperatura; se sabe, además, que el aire para circular en los conductos debe estar a una temperatura de 60 a 70° por lo menos. A esta temperatura es seco y ejerce una acción irritante sobre las plantas, a las que deseca como desecaría los pulmones del hombre.

Ciertos constructores, por razón de economía, preconizan unos aparatos compuestos simplemente de una campana de fundición en que se quema el combustible y de una serie de tubos de chapa por los que circulan los productos de la combustión.

Este modo de calefacción, menos malo que el precedente, es, sin embargo, defectuoso por su inestabilidad. Su potencia es proporcional a la cantidad de gases que circulan por los tubos, la cual depende de la cantidad de carbón en ignición sobre la parrilla, y ya se sabe que no hay nada más variable que esto.

Por el examen y la eliminación de estos dos modos de calefacción, hemos establecido indirectamente las cualidades que debe reunir una calefacción de invernaderos construídos racionalmente.

1.° La superficie de calefacción deberá estar lo más diseminada posible en el invernadero, para dar en todos los puntos una gran igualdad de temperatura.

Estará colocada siempre debajo de las plantas o debajo de los criaderos, pues el aire calentado tiene tendencia a subir.

2.º La temperatura de las superficies de calefacción no deberá ser demasiado grande para que el aire que se ponga en contacto con ellas no se recaliente y no pueda perjudicar después a las plantas.

3.º La calefacción deberá estar concebida de tal modo que en el caso de una extinción del hogar durante la noche el calor no desaparezca con la misma rapidez con que se ha obtenido.

La condición 1.ª hará emplear un tubo de diámetro bastante pequeño, aproximadamente 0,10 m., de manera que la superficie de calefacción total esté repartida en la mayor longitud posible.

La condición 2.ª hará circular en los tubos agua caliente a la presión atmosférica o vapor a baja presión.

Estos dos flúidos dan uno y otro temperaturas próximas a 100º, el agua un poco menos, el vapor un poco más. Sin embargo, no deberán ser empleados indiferentemente el agua y el vapor. El vapor convendrá a las grandes instalaciones; es de un empleo económico, pero necesita la adición de aparatos accesorios tales como purgador, reductor de presión, llaves de retención, y, en una palabra, aparatos de funcionamiento y entretenimiento delicados.

Será, pues, casi necesario en una instalación de esta clase un hombre competente, un mecánico.

Si, por el contrario, la calefacción se hace con agua caliente, la tubería será de las más sencillas, un circuito cerrado irá desde la caldera a un vaso o recipiente de expansión y volverá a la caldera.

Los dos sistemas, vapor y agua, satisfacen a la condición 3.ª que es el almacenamiento de una cierta cantidad de calor restituíble después de apagado el hogar.

En los dos casos, el agua caliente es, como se sabe, el cuerpo que tiene la mayor capacidad calorífica; en el caso de la calefacción por vapor, esta agua está contenida en la caldera que aun después de apagado el hogar puede proporcio-

nar una cierta cantidad de vapor si la caldera funciona a una presión media.

En el caso de la calefacción por agua, es el agua contenida en la caldera, en los tubos, y finalmente, en el recipiente de expansión la que al enfriarse continúa su movimento de circulación.

Como la calefacción por vapor es menos empleada, a pesar de su ventaja desde el punto de vista de la economía de la instalación, vamos a determinar la superficie de calefacción de una instalación por agua caliente.

Consideremos el aparato en funcionamiento:

La temperatura al principio no pasa generalmente de 90°; el agua que circula por los tubos se enfría gradualmente, y después de un circuito más o menos largo vuelve a la caldera a la temperatura de 40 a 50°.

Esta diferencia de temperatura de la salida a la llegada es la que tiene como consecuencia una diferencia de peso entre la columna ascendente y la columna descente que determina el movimiento continuo del agua en las tuberías.

La cantidad de calor transmitida por estos tubos es evidentemente proporcional a la temperatura del agua contenida en ellos; ahora bien, esta temperatura acabamos de ver que varía de 40 a 90°. Si la circulación fuese muy larga sin cerrarse sobre sí misma, esta variación de temperatura tendría una gran influencia, pues es evidente que los diez primeros metros darían un número de calorías mucho mayor que los diez últimos, pero por la disposición habitual en los invernaderos, el tubo de ida y el de vuelta marchan uno al lado de otro; se efectúa una especie de compensación y podremos admitir que la temperatura media es de $\frac{90+40}{2}$, o sea 65°.

Se acostumbra tomar 60°, y a esta temperatura 1 m^2 de tubo de fundición o de cobre da 400 calorías por metro cuadrado y por hora.

Conociendo *M*, número de calorías que hemos calculado antes, y el diámetro exterior de los tubos, que es de 0,10 m., se deducirá fácilmente la longitud total de la conducción.

Acabamos de hablar de un vaso de expansión; generalmente se le concede demasiado poca importancia, pues, en efecto, tiene una doble misión:

1.º La de dar al agua caliente un espacio para dilatarse libremente;

2.º La de proporcionar al conjunto de la calefacción un suplemento de agua caliente que en un momento dado impedirá el enfriamiento; desempeña, pues, el papel de volante en la acumulación del calor.

De los generadores o calderas

En ellos hay que determinar dos elementos: la superficie de la parrilla y la superficie de calefacción.

Es preciso admitir que 1 Kg. de hulla, cuya potencia calorífica teórica es de 8000 calorías, no da eficazmente más que 3000; el rendimiento es, pues, tan sólo del 40 %.

Como 1 m² de superficie de parrilla puede quemar 50 Kg. por hora, se deducirá la superficie total de la parrilla y también el consumo medio de carbón por año, admitiendo 150 a 180 días de calefacción según los invernaderos y el clima.

Para determinar la superficie de calefacción se partirá del hecho de que 1 m² de superficie produce unas 7000 calorías por hora.

Del metal que debe emplearse en las instalaciones de calefacción de los invernaderos

1.º Tubos.

¿Hay que emplear tubos de fundición o de cobre?

La fundición empleada tiene generalmente 6 a 7 mm. de espesor, es de color negro o a lo más grisáceo.

El cobre tiene 1 a 1,5 mm. de espesor y es brillante.

Se sabe que el color ejerce influencia en la radiación del calor; un metal pulimentado irradia mejor que un metal mate; por otra parte, el aire que circula alrededor de un cuerpo caliente se deslizará mejor si este cuerpo está pulimentado, mientras que si es rugoso se adherirá con más fuerza y le robará más calor en el mismo tiempo si el contacto es más íntimo.

Pero la suma del calor transmitido por radiación y por contacto es sensiblemente la misma en los dos casos. Consideremos un invernadero templado destinado a la conservación de las plantas en invierno. Lo que debemos procurar, ante todo, es una igualdad de temperatura en todos los puntos del invernadero: esta igualdad no podrá obtenerse más que haciendo que la mayor cantidad de aire posible venga a calentarse al contacto de los tubos y vaya en seguida a repartir su calor mezclándose con las partes más frías.

La fundición tiene, por lo tanto, su aplicación, y como ofrece una verdadera economía al lado de los tubos de cobre, es en este caso preferible desde todos los puntos de vista.

Consideremos, por el contrario, un invernadero caliente.

Hemos visto que para la reproducción es necesario enviar debajo del criadero la mayor cantidad posible de calor para que las raíces de las plantas se encuentren a una temperatura suficiente; es necesario que el tubo irradie.

El cobre pulimentado está aquí indicado con preferencia a la fundición.

El coeficiente de conductibilidad es sensiblemente el mismo para la fundición y para el cobre, y más bien con alguna ventaja para este último; las diferencias de calor transmitido no son debidas más que a los distintos modos de transmisión: por radiación o por convección.

2.° Calderas.

Las calderas se hacen de cobre, de palastro o de fundición.

Se ha estudiado de una manera detenida el modo como una caldera puede gastarse.

Primeramente tenemos el golpe de llama, es decir, cuando falta el agua en la caldera o que por una acumulación del vapor sobre una pared expuesta al fuego el material se alabea, se corroe, y por fin se quema.

En segundo lugar, por la acumulación de incrustaciones en el interior de la caldera, lo que hace que no enfriándose la pared metálica sufra los mismos efectos que en el primer caso.

Estas dos condiciones tan sólo se producen en las calderas de vapor y no en las calderas de agua en las que se produce poco vapor, a menos que el hogar tenga un exceso de potencia (entonces, la caldera ha sido mal calculada), y en las cuales no puede producirse la incrustación, puesto que es siempre la misma agua la que está circulando.

Sin embargo, las calderas de agua se gastan también con mucha rapidez; este hecho debe atribuirse únicamente a la mala calidad de los carbones empleados que contienen azufre, el cual corroe la pared de la caldera.

Debemos, por lo tanto, buscar en la construcción de la caldera el metal menos atacable por el ácido sulfuroso, y éste es el cobre.

El palastro y la fundición están poco más o menos en las mismas condiciones de resistencia frente a este agente destructor.

En todos los casos se debe evitar la chapa galvanizada, que resiste mientras el zinc no ha sido atacado, pero una vez que éste ha desaparecido se acentúa el deterioro, tanto más cuanto que se forma entre los dos metales un par voltaico.

No queremos terminar sin tratar de un aparato que es el complemento indispensable de una calefacción bien entendida.

Cualquiera que sea el sistema de caldera empleado hay que contar con la extinción y los golpes de llama posibles. Ya hemos visto antes cuáles eran sus inconvenientes, bien sea

con respecto a las plantas, para las cuales la extinción del hogar puede producir un enfriamiento funesto, bien por lo que respecta a las calderas que pueden quedar fuera de servicio por un golpe de llama.

REGULADOR DE CALEFACCIÓN

Este aparato está fundado en la dilatación del metal, su alargamiento o su contracción, según las variaciones de temperatura.

Tiene por objeto disminuir o aumentar la velocidad de combustión en los hogares de las calderas de manera que regularice aquélla, y permita obtener y conservar una tempe-

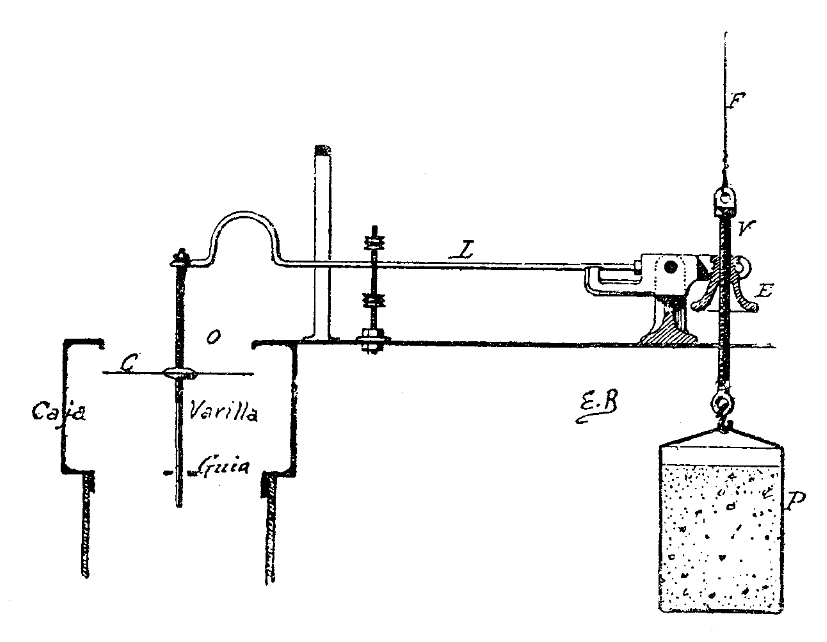


Fig. 528.

ratura determinada y constante sin estar obligado a una vigilancia continua del hogar.

La varilla *F* (fig. 528), unida a un punto fijo, atraviesa la chimenea en sentido de su longitud, y viene a unirse a la parte alta del tornillo *V*; el gancho inferior del tornillo *V* recibe un peso *P* que atiranta fuertemente la varilla. El tornillo *V* va articulado a la palanca *L*, cuya extremidad lleva la válvula *C*.

La entrada de aire se efectúa por *O*, abertura de admisión, y supongamos que el fuego disminuya.

Se producirá inmediatamente en la chimenea un enfriamiento; la varilla *F* se contraerá y tenderá a elevar el pequeño brazo de palanca *L*, el brazo mayor descenderá, descenderá también la válvula *C*, la abertura de admisión aumentará, con lo cual se activará la combustión.

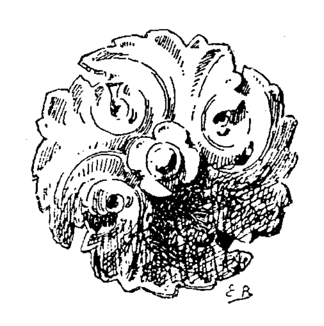
Supongamos ahora, por el contrario, que el fuego sea excesivo.

El calentamiento que se producirá en la chimenea hará dilatar la varilla *F*, ésta se alargará y el peso *P* hará descender el brazo menor de la palanca; el brazo mayor se levantará y la válvula *C* vendrá a cerrar la abertura *O*.

Pero funcionando de este modo tan sólo se obtendrían variaciones de temperatura que serían perjudiciales, y el aparato sería por lo menos inútil.

Es preciso, por lo tanto, graduarlo.

La admisión de aire dependerá de la temperatura exterior y del grado termométrico que se quiera obtener en el invernadero; fundándose en estos datos no habrá más que regular el orificio de admisión, lo que se efectuará a mano valiéndose de la tuerca *E*.



CAPÍTULO IX

Pajareras, cenadores, quioscos

PAJARERAS. — Forma cuadrada, forma poligonal. Construcción.
ENREJADOS. — Mallas y alambres empleados para diversos cercados Tabla de alambres con pesos, números del calibre y diámetros. Enrejado sin torsión.
CENADORES, GLORIETAS. — Destino, empleo del enrejado. Decorado.
QUIOSCOS. — Quioscos miradores. Quioscos miradores cerrados. Quioscos para periódicos. Quioscos para parques. Quioscos para música. Diámetro y superficie de los quioscos según el número de músicos o coristas.

Pajareras

Las pajareras forman parte del decorado de los parques y ofrecen un gran recurso decorativo si su emplazamiento está bien escogido.

Se construyen de dimensiones muy variables según la cantidad y la talla de los pájaros que las han de ocupar; sus formas varían también: las más favorables son las poligonales; la forma redonda es difícil para el enrejado, y éste no puede estirarse más que en un sentido.

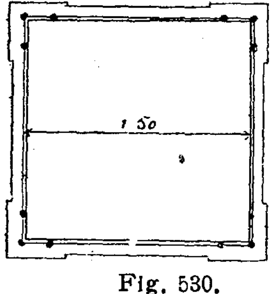
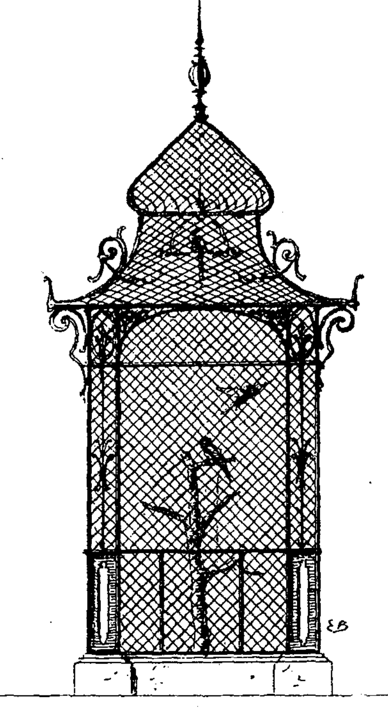


Fig. 530.


Fig. 529.

El primer ejemplo que presentamos (figura 529) es cuadrado en planta de 1,50 m. de lado (fig. 530);

está construído con hierro redondo de 0,014 m. y enrejado, toda la ornamentación es de hierro cuadrado de 0,011 m. para las consolas y 0,009 para los rellenos, y los tirabuzones son de hierro redondo de 0,009.

Cuando tengan más importancia se pueden construir las pajareras con hierros huecos (figs. 531 y 532). Este modelo

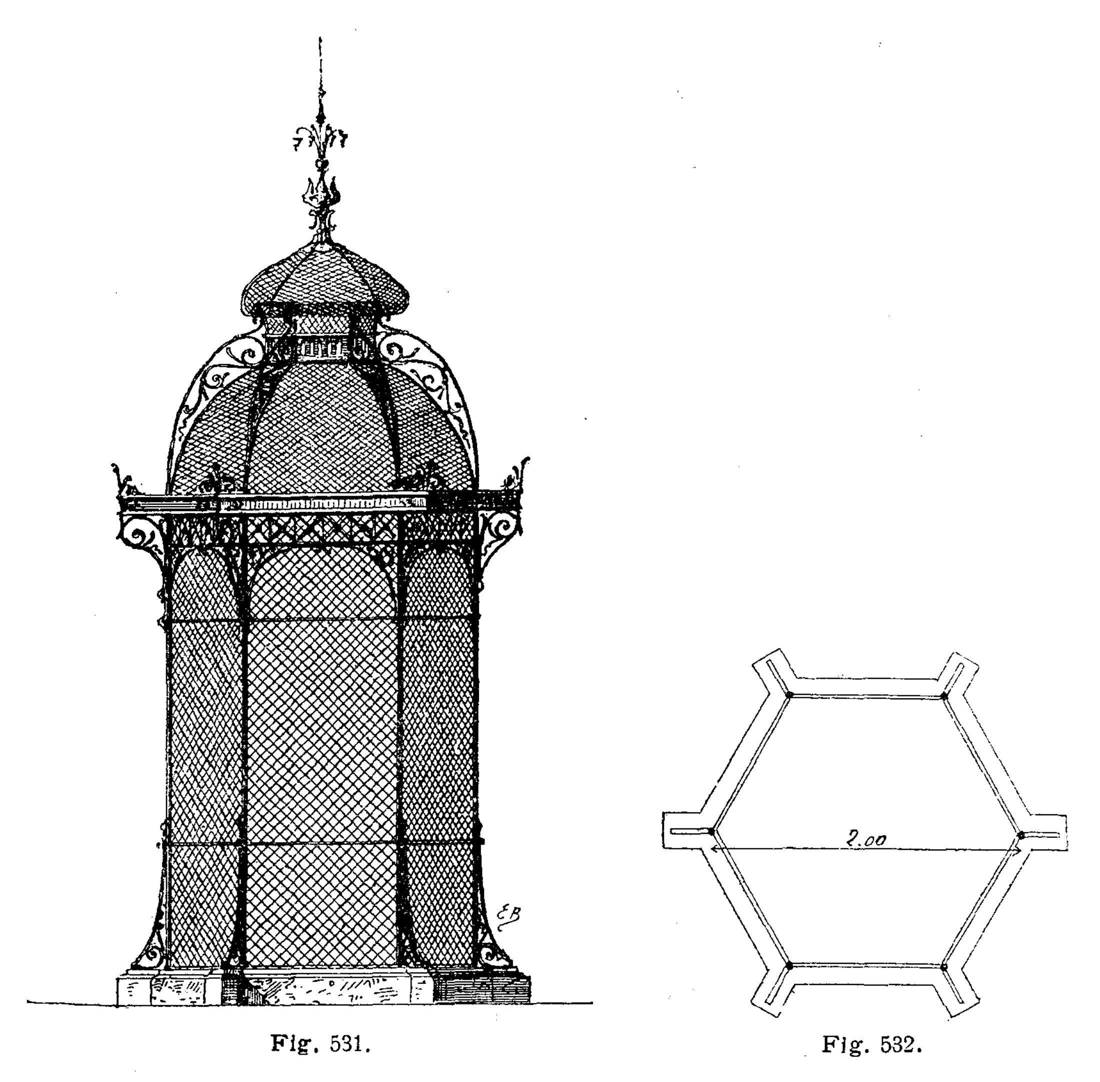


Fig. 531. Fig. 532.

tiene dos metros de diámetro, va adornado con consolas invertidas en el zócalo, de hierro plano de 25 × 9, llenas con adornos de hierro de 20 × 9 y 20 × 5; columnitas de hierro hueco de 0,045 m. de diámetro y carreras de hierro redondo de 0,030 m. que van enlazadas con pasadores y enchavetadas.

Un friso en celosía de hierro plano de 20 × 5 va sostenido por una carrera de pletina de 25 × 14 sostenida y arriostrada por consolas de 25 × 11 con adornos de 20 × 7; un falso

Tabla de alambres, con pesos, números por calibre y diámetros

Peso de alambres de hierro y acero (densidad 7,80) [1]

Números del calibre de París	Números aproximados del calibre inglés (de Birmingham)	Espesor en mm.	Sección en mm²		Peso de 100 m. de long., Kg.		Longitud de 1 Kg.	
			de hilo redondo	de hilo cuadrado	de hilo redondo	de hilo cuadrado	de hilo redondo	de hilo cuadrado
P. 10	33	0,20	0,031	—	0,024	—	4135,64	—
P. 9	32	0,22	0,038	—	0,030	—	3373,82	—
P. 8	—	0,24	0,045	—	0,036	—	2849,00	—
P. 7	31	0,26	0,053	—	0,041	—	2418,96	—
P. 6	—	0,28	0,062	—	0,048	—	2067,82	—
P. 5	30	0,31	0,075	—	0,059	—	1709,33	—
P. 4	29	0,34	0,091	—	0,071	—	1408,84	—
P. 3	28	0,37	0,108	—	0,084	—	1187,09	—
P. 2	27	0,40	0,126	—	0,098	—	1017,50	—
P. 1	26	0,45	0,159	—	0,124	—	806,32	—
Pasa-perla	25	0,5	0,196	0,25	0,153	0,195	653,60	512,82
1	24	0,6	0,283	0,36	0,220	0,281	454,54	356,13
2	23	0,7	0,385	0,49	0,300	0,382	333,33	261,85
3	22	0,8	0,503	0,64	0,392	0,400	255,10	200,32
4	21	0,9	0,636	0,81	0,496	0,631	201,61	158,27
5	20	1,0	0,785	1,00	0,612	0,780	163,40	128,21
6	19	1,1	0,950	1,21	0,741	0,943	134,95	105,95
7	18	1,2	1,131	1,44	0,881	1,122	113,50	89,03
8	—	1,3	1,327	1,69	1,035	1,317	96,62	75,87
9	17	1,4	1,539	1,96	1,200	1,527	83,33	65,36
10	—	1,5	1,767	2,25	1,378	1,753	72,57	56,98
11	16	1,6	2,011	2,56	1,568	1,994	63,77	50,08
12	15	1,8	2,545	3,24	1,984	2,524	50,40	39,57
13	14	2,0	3,142	4,00	2,448	3,120	40,85	32,05
14	—	2,2	3,801	4,84	2,964	3,770	33,74	26,40
15	13	2,4	4,524	5,76	3,528	4,480	28,34	22,26
16	12	2,7	5,726	7,29	4,463	5,678	22,40	17,58
17	11	3,0	7,069	9,00	5,513	7,030	18,14	14,24
18	10	3,4	9,079	11,56	7,082	9,003	14,12	11,09
19	9	3,9	11,946	15,21	9,317	11,900	10,73	8,43
20	8	4,4	15,205	19,36	11,859	15,078	8,43	6,62
21	6	4,9	18,857	24,01	14,708	18,750	6,80	5,34
22	5	5,4	22,902	29,16	17,863	22,710	5,59	4,30
23	4	5,9	27,340	34,81	21,324	27,200	4,69	3,68
24	3	6,4	32,170	40,96	21,091	31,980	3,99	3,13
25	2	7,0	38,484	49,00	30,019	38,250	3,33	2,61
26	1	7,6	45,365	57,76	35,384	45,010	2,82	2,23
27	—	8,2	52,810	67,24	41,191	52,500	2,43	1,91
28	0	8,8	60,821	77,44	47,438	60,400	2,11	1,66
29	00	9,4	69,398	88,36	54,128	68,815	1,85	1,45
30	000	10,0	78,540	100,00	61,250	78,000	1,63	1,28

[1] LÉON GRIVEAUD, *Manuel du serrurier constructeur.*

canalón sin fondo la rodea, forma cornisa y está sostenido por consolas que descansan sobre un pequeño capitel situado sobre la columna, cuya parte inferior lleva igualmente una basa de fundición.

Los aristones de la cubierta son de hierro macizo de 0,016 y adornos de relleno de 0,011 m.; todos estos aristo-

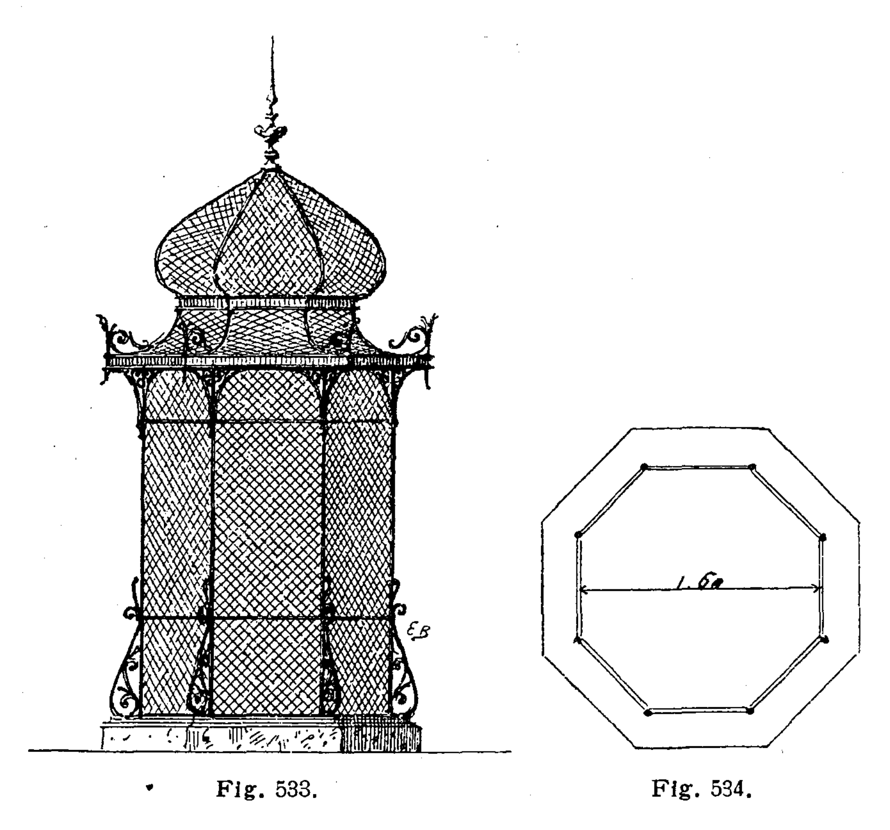


Fig. 533. Fig. 534.

nes se reúnen sobre una corona de chapa perforada armada con hierro media caña que sostiene el cupulín hecho asimismo de hierro redondo de 0,014 m.

El conjunto va coronado por un pequeño remate de hierro forjado.

Las figuras 533 y 534 representan una pajarera de planta octogonal de 1,60 m. de diámetro inscrito y construída como la precedente.

Enrejados

El enrejado empleado para cerrar las pajareras va montado sobre marcos de hierro redondo que se fijan en su sitio por platinas, en forma de triples grapas, que aprietan al mismo

tiempo el montante de la pajarera y los dos marcos de los paneles alambrados; los tornillos o pasadores pasan entre los marcos y el montante.

Tabla de las mallas e hilos empleados para diversos cercados

Mallas en milímetros	Números de los hilos	Aplicaciones
13	1 a 5	Pajareras, ostreros.
16 19	5 » 8	Pajareras y faisanerías.
25	6 » 10	Gallineros, faisanerías, parques para perdices.
31 34 37	6 » 10	Gallineros, cercados para conejos y otros.
41	6 » 12	Vallados de caza, parques y jardines.
51	6 » 12	Parques y jardines, usos diversos.
57 75 100	8 » 16	Cercas, vallas diversas.

Enrejado sin torsión

Se pueden también emplear como más decorativos los enrejados sin torsión, que se hacen con hierros redondos o cuadrados, y pueden ser empleados como cercados aun en competencia con la tela metálica.

Este enrejado se hace con malla de 0,01 a 0,12 m.; por diversas combinaciones de tejido se pueden formar figuras geométricas, como, por ejemplo, estrellas, que son de buen efecto.

Cenadores, glorietas

Los cenadores son recintos que se establecen en los jardines, junto a los cuales se hacen subir plantas enredaderas; se pueden guarnecer de enrejados de grandes mallas para permitir al follaje mayor solidez; nuestras figuras 535, 536 y 537 presentan ejemplos de formas diversas; estos modelos

pueden ser construídos con hierro redondo, pero recomendaremos el empleo del hierro T como menos pesado y más

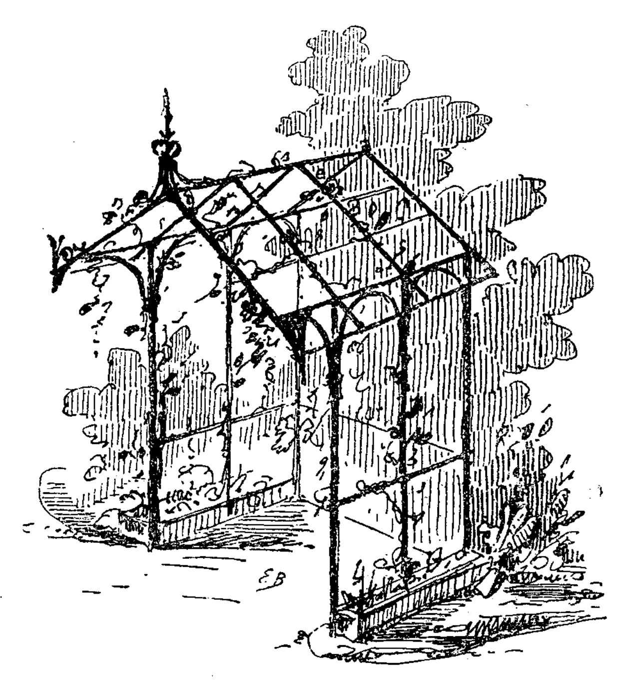


Fig. 535.

rígido; su forma de sección tiene poca importancia, pues los hierros están destinados a quedar ocultos.

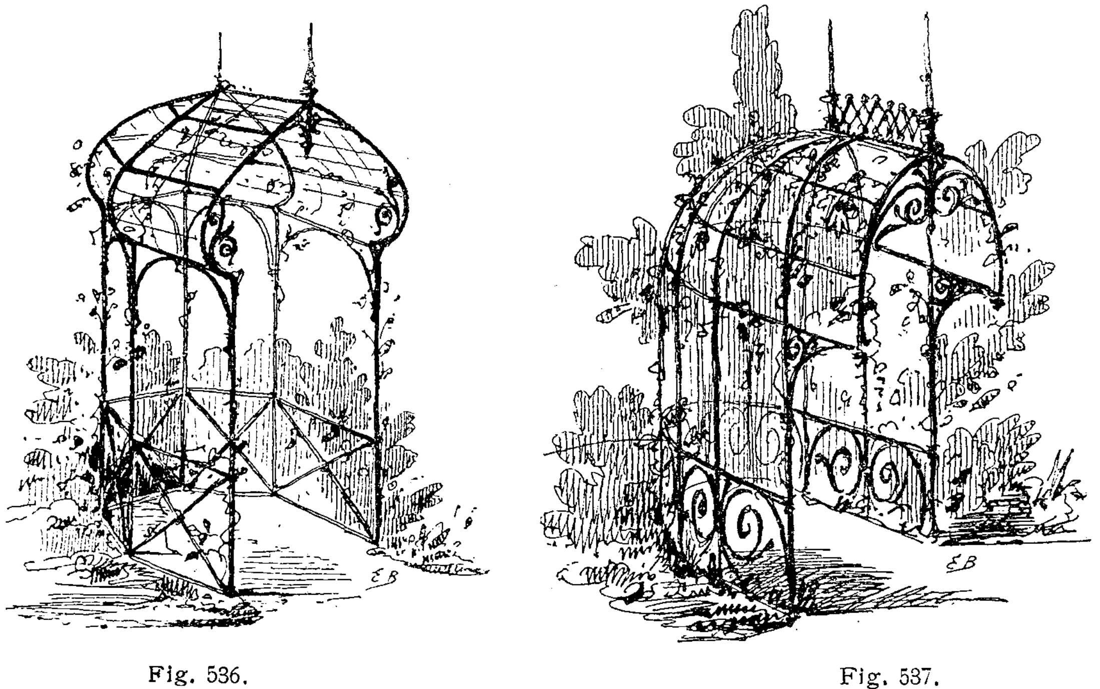


Fig. 536. Fig. 537.

Hemos introducido elementos decorativos en las partes que han de quedar siempre a la vista, pero se puede proceder

de un modo más sencillo y dar a estos cenadores la rigidez necesaria cruzando los paneles con alambre.

Quioscos

La palabra quiosco es de origen turco y significa sensiblemente la misma cosa que en este idioma; corresponde a mirador.

Los quioscos son pequeñas construcciones generalmente abiertas, compuestas de una cubierta piramidal o cónica que descansa sobre cuatro, seis, ocho o doce columnitas o columnas.

Los quioscos son también algunas veces cerrados con madera, ladrillos o cristal; sus aplicaciones son múltiples; en ellos se venden periódicos y se dan conciertos, sirven de puntos de vista, miradores, para cubrir manantiales, punto de reunión de jinetes, abrigos diversos, etc.

Hemos compuesto los dibujos para dar dentro de los límites del programa de esta obra la mayor variedad posible como tipos y detalles de construcción que puedan servir de base al estudio de todos los quioscos indiferentemente.

Quioscos miradores

La figura 538 es un pequeño quiosco mirador de hierro rústico cubierto con paja y coronado por un remate de hierro.

Está compuesto de seis montantes unidos a la altura de apoyo por un pasamano, y por arriba por dos coronas sostenidas por consolas; el espacio entre las dos coronas va guarnecido con un ramaje formando un decorado rústico.

De cada montante parte un aristón sostenido por una consola; tres aros fijos a los aristones llevan la paja atada con ligaduras de alambre; todas las consolas, por grupos de

tres, vienen a unirse a los montantes y van ligadas con hierro media caña de 6 a 7 mm.

Este quiosco debe estar colocado sobre una roca, en la cual se labran un cierto número de escalones para facilitar el acceso.

Con el mismo objeto damos el quiosco mirador cerrado de la figura 539. Más cuidadoso éste, está construído con seis

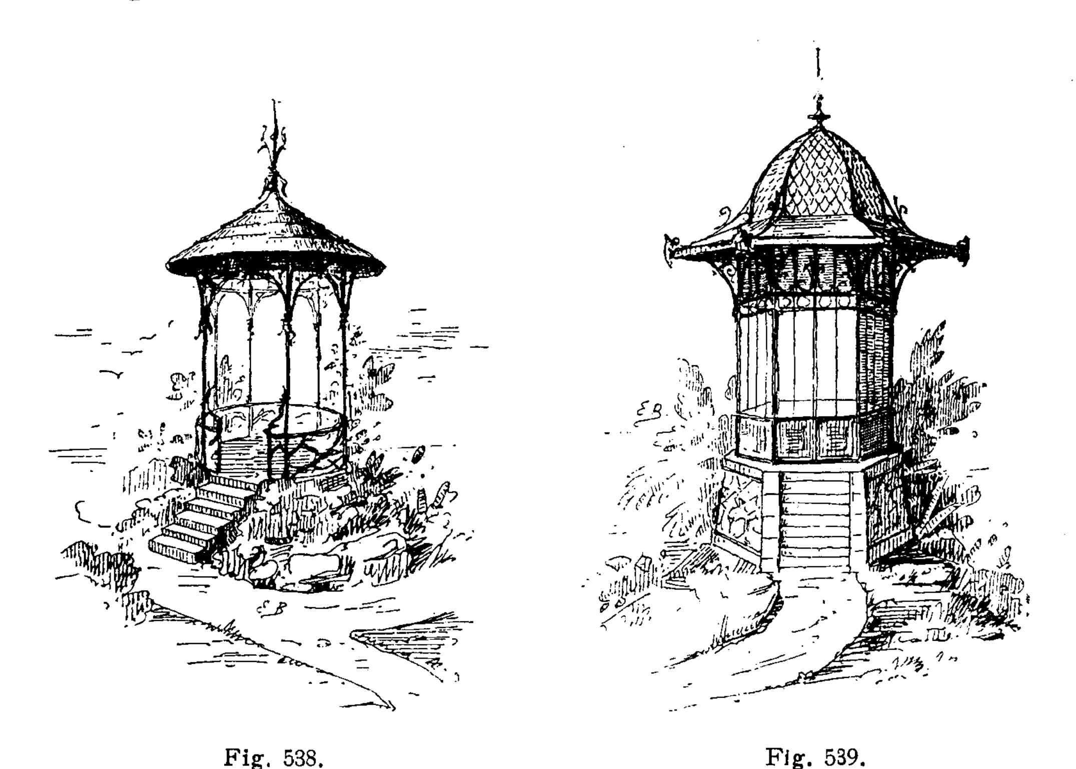


Fig. 538. Fig. 539.

montantes de fundición o de hierro labrados con el ángulo deseado y guarnecidos de angulares; la parte inferior va cerrada por unos paneles de chapa con marcos de moldura o con tableros unidos de chapa; el friso va decorado con adornos de hierro forjado.

Los elementos de construcción, consolas y aristones son lo mismo que en el precedente, pero con hierros diferentes; las consolas son de hierro media caña y los aristones de hierro T.

El alero del tejado, muy pronunciado para dar sombra, va recubierto de zinc continuo, mientras que la cubierta en forma de cúpula es de zinc o de cobre formando escamas; los

listones pueden ser de hierro T o de hierro para claraboyas con moldura.

Este quiosco va montado sobre un zócalo de mampostería y se llega a él por una escalera de piedra.

La decoración, excepto los adornos rústicos y las consolas, está formada por un friso de alero motivado en los ángulos por cantoneras de chapa repujada.

Quioscos para periódicos

Las figuras 540 y 541 representan dos quioscos de importancia diferente, pero destinados al mismo uso: la venta de periódicos u otros objetos en la vía pública.

Estos quioscos se hacen de hierro y madera, a veces todos de madera; en nuestros ejemplos la madera no entra en

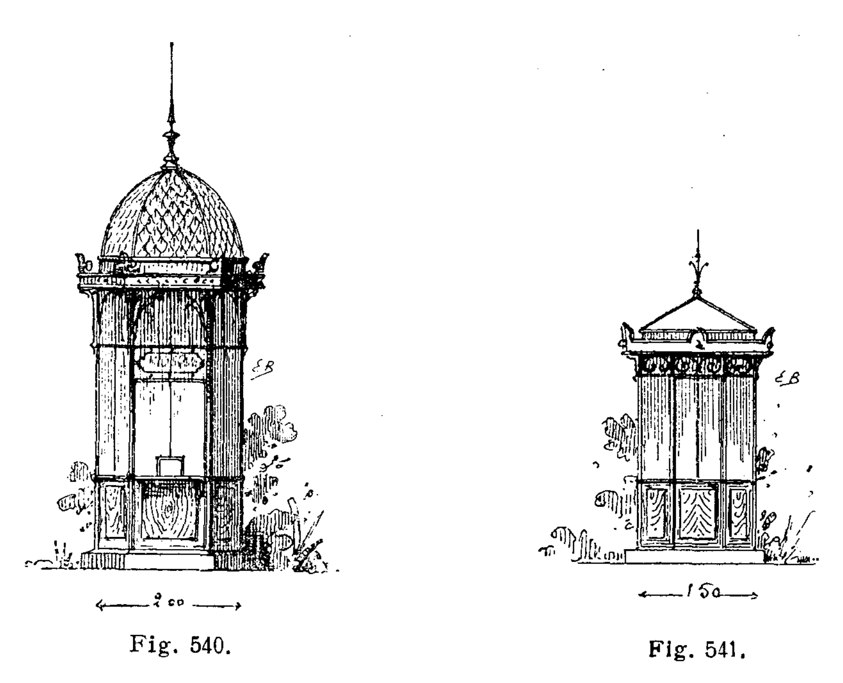


Fig. 540.

Fig. 541.

su composición más que para el zócalo y el entablado de cubierta; el resto de la construcción es de hierro y cristal.

Quioscos de parques

En un parque el quiosco es un punto de referencia, un lugar de reunión; debe estar emplazado de manera que sea

visto desde lejos, cualquiera que sea el sitio en que uno se

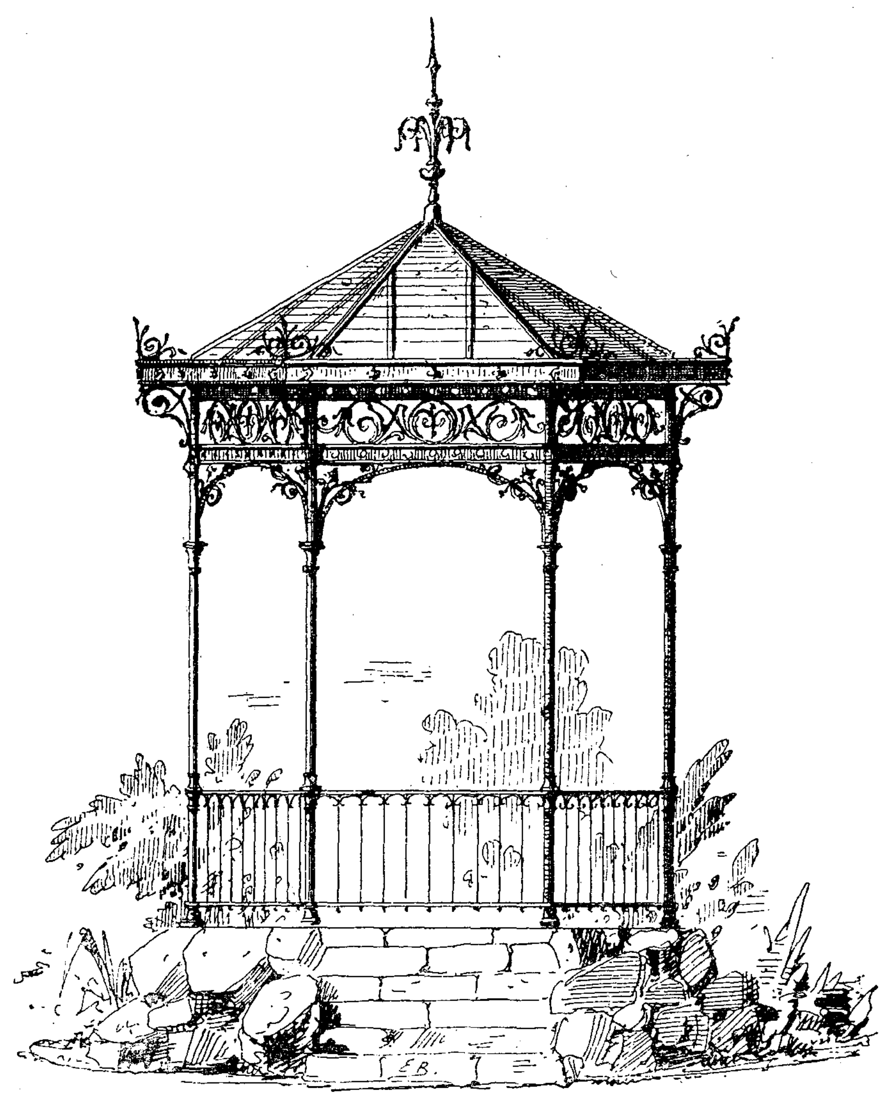


Fig. 542.

encuentre; desde el sitio escogido para el quiosco deben tam-

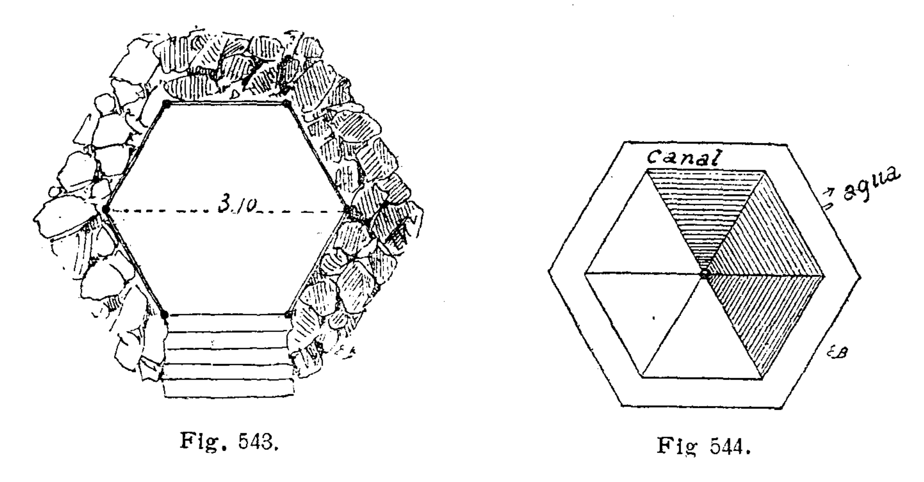


Fig. 543. Fig. 544.

bién descubrirse los puntos de vista más bellos y más intere-

santes de la comarca; se colocará bastante elevado para permitir a su alrededor una hermosa vegetación, sin que ésta, sin embargo, impida la vista. Nuestra figura 542 representa un quiosco hexagonal de parque; va montado sobre un lecho de piedras en seco, como se ve en la planta (fig. 543), en el cual se ha dejado una escalera de acceso; las seis columnas van empotradas en un macizo de mampostería para permitir al conjunto resistir la fuerza del viento. La cubierta es de zinc con canalón en todo alrededor (fig. 544).

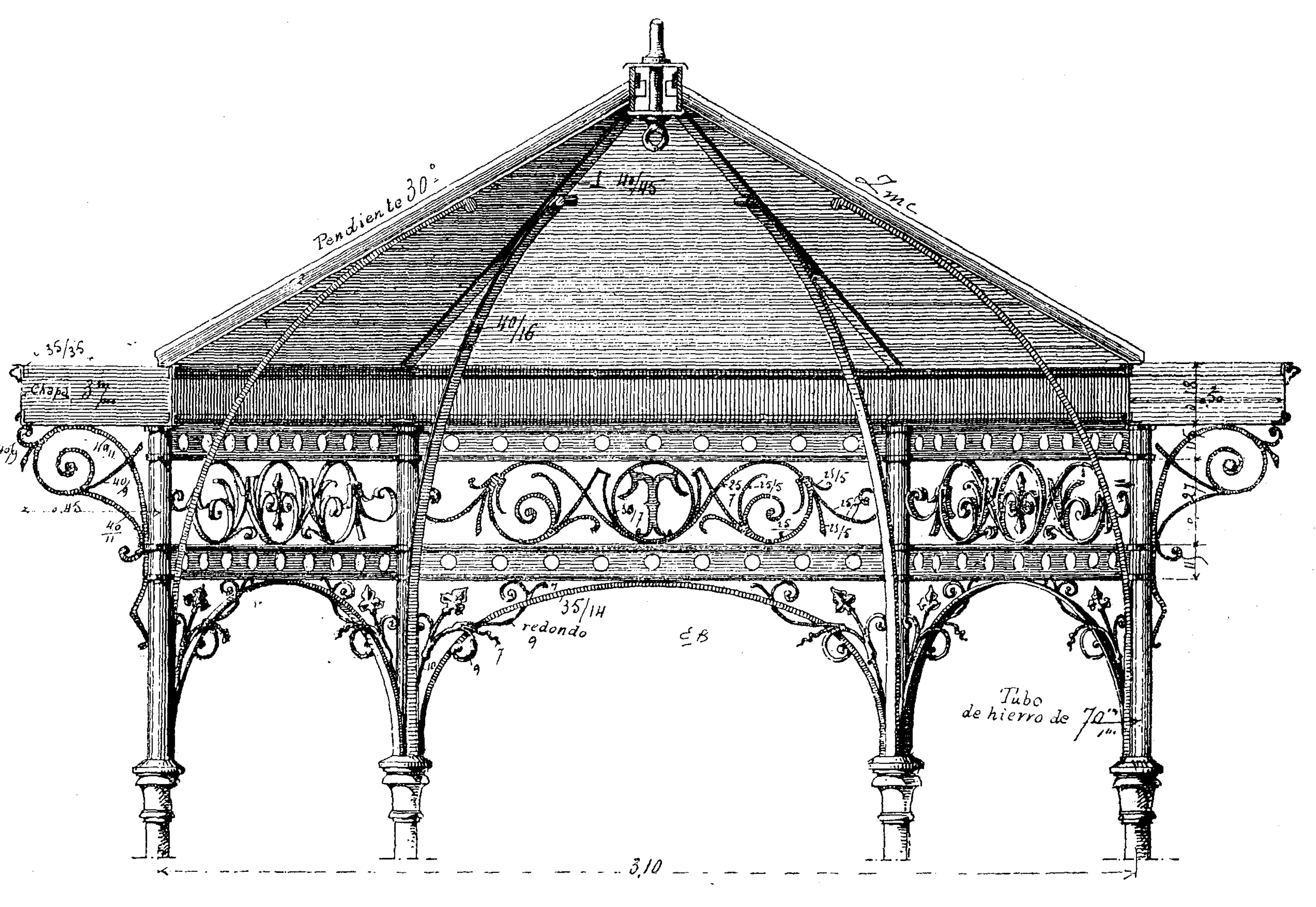
Detalle de la construcción

Las columnas son de hierro hueco de 0,07 m. de diámetro exterior; van provistas de basas, anillos y capiteles de fundición; van unidas entre sí por dos coronas de hierro de fleje o de chapa de 4 mm. de espesor y 0,115 m. de ancho, calados con agujeros redondos o con agujeros formados por cuatro o seis golpes de sacabocados y reforzados con dos angulares de 20 × 20 (figura 545).

La unión sobre la columna se efectúa por dos semicollares que abrazan el contorno de la columna y van empernados entre sí; por encima de la corona superior viene a colocarse el canalón de 0,18 m. de alto y 0,50 m. de ancho.

Esta dimensión, muy excesiva si se tiene en cuenta la cantidad de agua que ha de recibir, se ha adoptado para acentuar el perfil del quiosco; este canalón está formado por un fondo de chapa de 3,5 mm., y dos lados de 3 mm.; va armado con angulares de 35 × 35 con una gran moldura hueca de 0,05 m. en la parte alta y una media caña en la baja.

Los aristones son de hierro T de 40 × 45, colocados con el alma hacia arriba para formar encaje para el entablado; estos aristones van sostenidos por consolas de pletina de 40 × 16, unidas a las columnas por encima de los capiteles y a la tabla de los aristones por medio de tornillos; los aris-



Pendiente 30°
Zinc
40/16
35/35
Chapa 3 m/m
35/14
redondo
9
Tubo
de hierro de 70 m/m
3,10

Fig. 545.

tones se unen en el vértice por medio de una copa, cuyo detalle damos en el capítulo «Ensambladuras».

Partiendo de los capiteles y reuniéndose bajo la corona inferior existen unas consolas de hierro de 35×14, destinadas

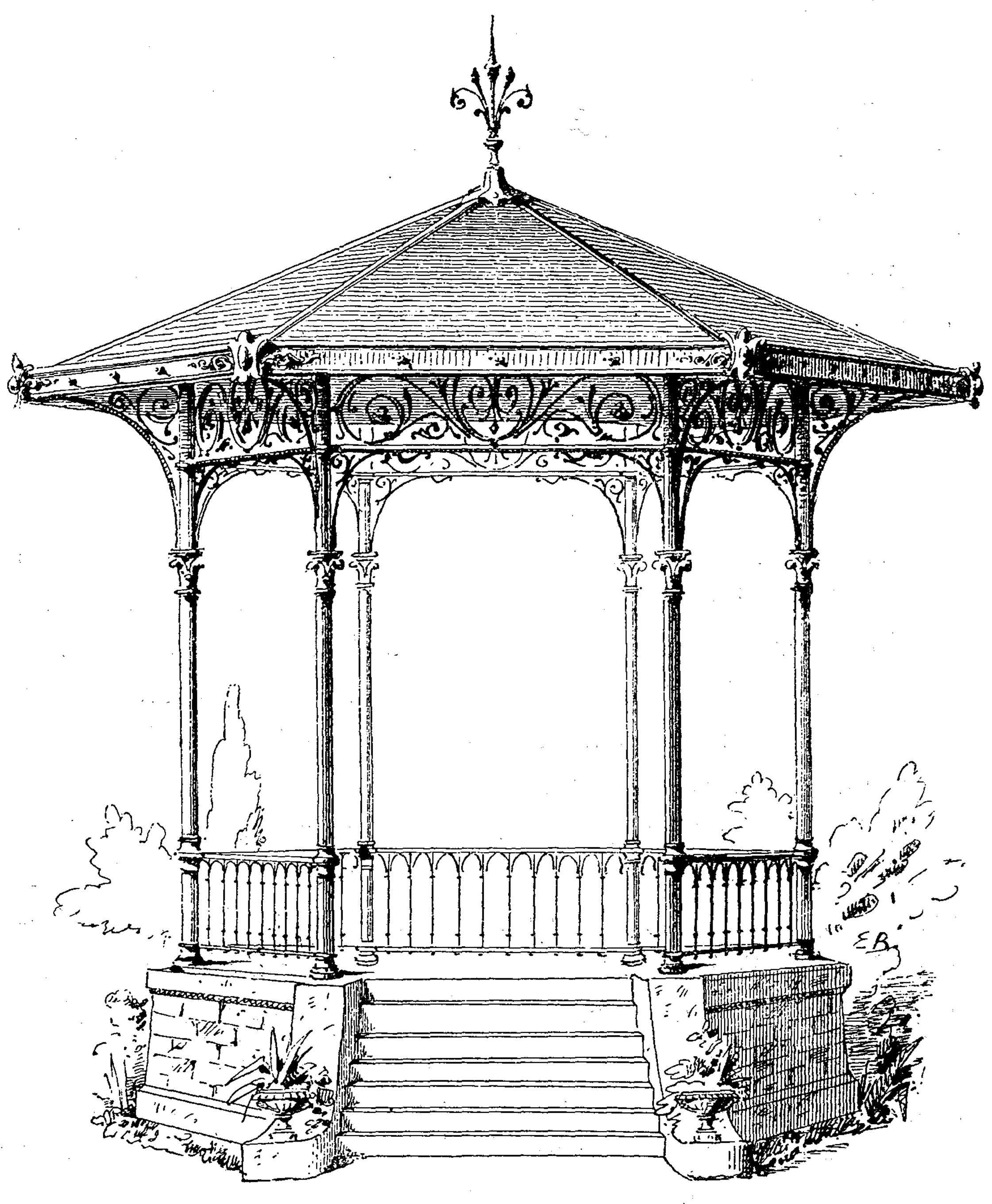


Fig. 546.

a dar rigidez al quiosco y a impedir el deslizamiento y la torsión que pudieran producirse; estas consolas van llenas con ligeros adornos de hierro forjado y estampado.

Para sostener el canalón existen otras consolas, igualmente de pletina, montadas sobre cada columna y en la prolongación del radio del quiosco; el espacio entre las dos coronas va lleno con un decorado de pletina compuesto de hierros de diversas figuras.

El entablado queda aparente y va formado por tablillas molduradas de 0,10 m. de ancho; los aristones van provistos de agujeros de paso para los tornillos que han de fijar las tablas.

La barandilla indicada en la figura que representa el conjunto del quiosco puede variar; se encontrarán motivos en el capítulo que trata del hierro forjado. La figura 546 es una variante con alero de tejado.

Quioscos para música

En nuestros días casi todas las ciudades tienen su quiosco para música; las numerosas sociedades existentes han contribuído poderosamente a difundir el gusto de los conciertos.

Las sociedades de orfeones, de charangas, etc., que se fundan cada día necesitarán la construcción de quioscos en donde no los haya todavía.

El quiosco para música debe estar elevado de 1,20 a 1,50 m. por encima del suelo, según la configuración del terreno que lo rodea; generalmente se le hace de forma octogonal con 2,90 a 3 m. de altura sobre solera, con techo de madera con 1 m. de saliente por fuera de la corona superior.

A veces se les pone un techo horizontal para tener una mejor difusión del sonido; ciertos quioscos modernos tienen hasta un techo con centro rebajado que afecta la forma de un cono invertido.

El quiosco que representamos en las figuras 547 y 548 tiene 4,25 m. de apotema, o sea 8,50 m. de diámetro inscrito, lo que corresponde a una superficie de 60 m^2 en numerosos redondos; hemos adoptado el partido de las columnas acopla-

Fig. 547.

das como más decorativo y por dar mayor apariencia de fuerza a los soportes verticales, pues constituye un defecto

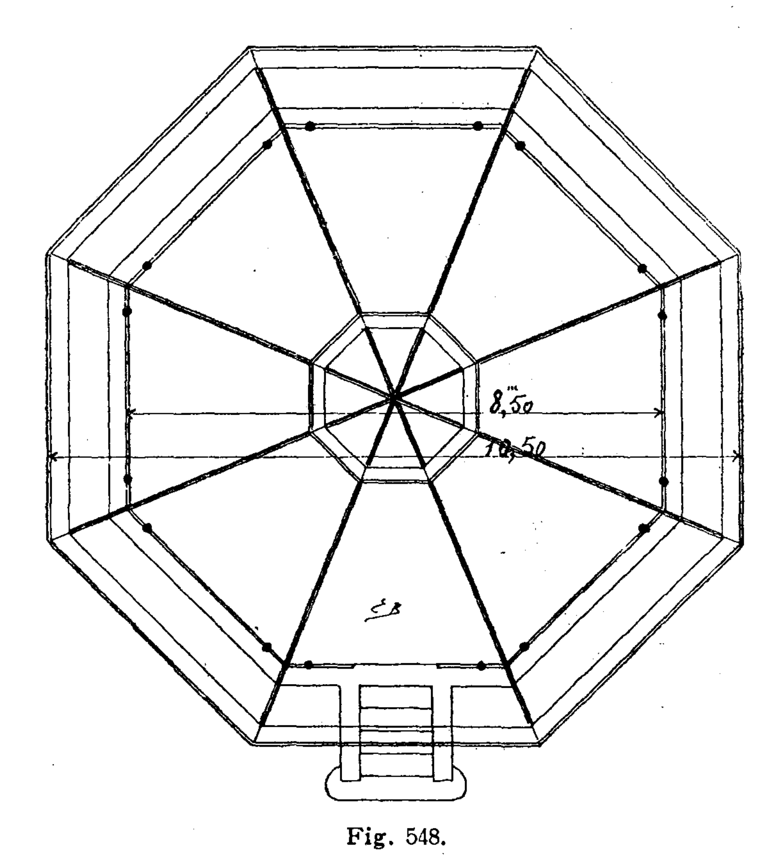


Fig. 548.

en un gran número de quioscos ejecutados, el que la enorme masa de la techumbre vaya apoyada sobre algunas ligeras columnas que apenas se perciben.

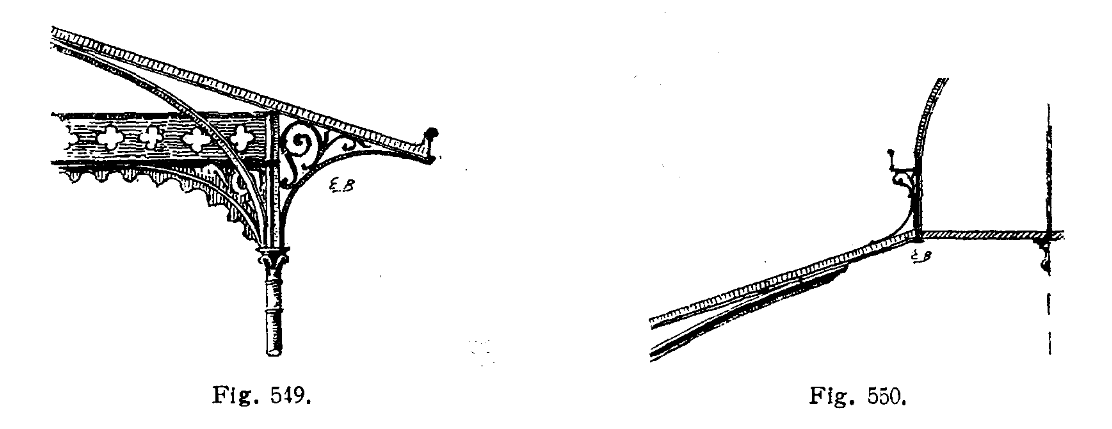


Fig. 549. Fig. 550.

También aconsejamos el empleo de columnas de fundición huecas de un diámetro tal que resulten de aspecto sólido sin ser pesado, y guardando relación con todo el resto de la construcción.

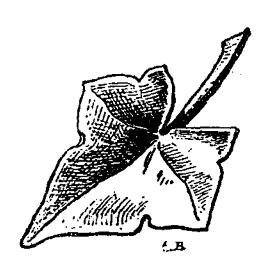
Las columnas van unidas entre sí por chapas recortadas y caladas formando a la vez vigas y consolas (fig. 549).

Los aristones son lo mismo que en el caso precedente, pero de hierros más fuertes según la importancia del quiosco, y van sostenidos por consolas; se apoyan en la corona de la cúpula (fig. 550).

Tabla de diámetros y superficies de quioscos según el número de músicos o coristas

Diámetro m.	Área del círculo m²	Lugar ocupado por músico o corista Cuadrado de 0,80 m. de lado o sea 0,640 m²	Cuadrado de 0,75 m. de lado o sea 0,562 m²	Cuadrado de 0,50 m. de lado o sea 0,250 m²
		Número de músicos	Número de músicos	Número de coristas
5	19,635	30	35	78
6	28,274	44	50	112
7	38,485	60	68	153
7,50	44,179	68	78	176
8,00	50,265	78	87	200
8,50	56,745	88	100	226
9,00	63,617	99	113	250
9,50	70,882	110	122	283
10,00	78,540	122	140	314

Nota. — Las áreas antes indicadas son las calculadas para el círculo inscrito; los ángulos son la compensación del mayor espacio ocupado por el director de orquesta y los instrumentos grandes.



CAPÍTULO X

Tejadillos, marquesinas, verandas, miradores

TEJADILLOS. — Suspendidos sencillos, con canalón. Rectos o en arco sobre consolas, sin canalón. Los mismos con canalón. Levantado con canalón por detrás. Sobre columnas.
MARQUESINAS. — De un solo alero sin canalón. De ángulos redondeados. Levantada en cola de pavo. La misma con cresteria. De dos vertientes sin canalón. La misma con canalón. De tres vertientes sin canalón. La misma con canalón. Marquesinas sobre columnas. En cuarto de esfera. Circular. De hierro forjado. La misma con tres vertientes y cola de pavo. Con canalón curvo continuo. En abanico y con canalón circular.
VERANDAS. — Verandas en general. Diversas formas.
MIRADORES. — Miradores de ventana. Miradores de varios pisos. Voladizo de los pisos.

Tejadillos

Los tejadillos son pequeñas cubiertas fijas que sobresalen de un cuerpo de edificio para abrigar un andén, una entrada o formar un paso cubierto sobre una cierta longitud y reunir dos aberturas de piezas que no se comunican por el interior.

TEJADILLO SUSPENDIDO SENCILLO

El más sencillo y también el más económico está indicado en las figuras 551 y 552; está formado por un angular de contorno, una correa de apoyo y cabios; va suspendido de un tirantes de redondo de 11 mm. de diámetro, y puede cubrirse con zinc o con cristales.

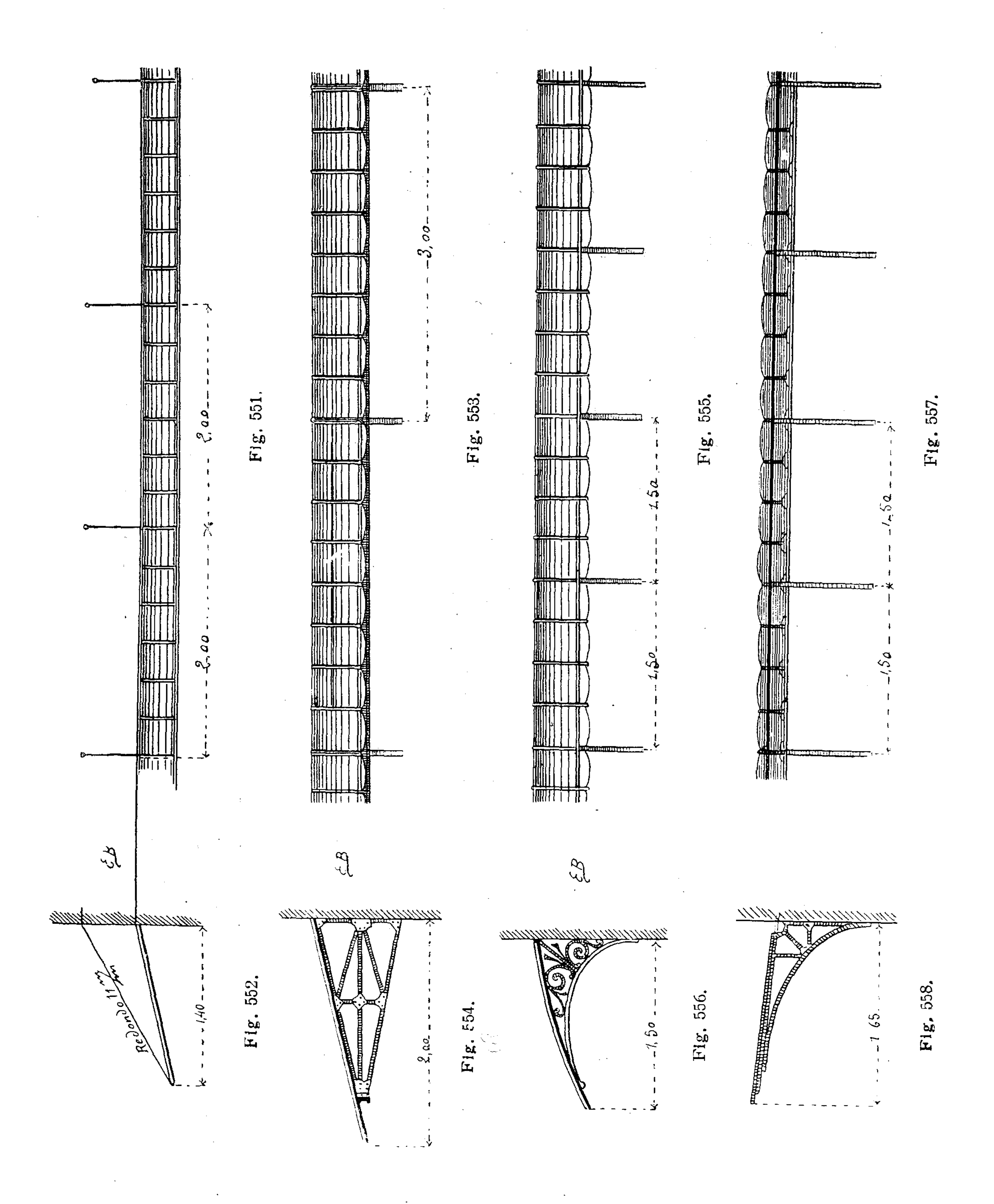


Fig. 551.
Fig. 552.
Fig. 553.
Fig. 554.
Fig. 555.
Fig. 556.
Fig. 557.
Fig. 558.

Tejadillo suspendido con canalón

El mismo tejadillo puede hacerse con un canalón por delante para recoger las aguas; en este caso se reforzarán los tirantes tanto más cuanto más pesado sea el canalón; el empleo del canalón con ganchos decorados, de lo que damos ejemplos más adelante, estaría aquí en su lugar.

Tejadillo recto o en arco sobre consolas sin canalón

Las figuras 553 y 554 representan el caso de un tejadillo de cristales sostenido por consolas; el angular o correa superior va cogido a la pared y lleva fijos los cabios que se apoyan abajo sobre la correa inferior; cada consola es una pequeña cercha y el par que la acompaña va empotrado a 0,20 m. de profundidad. Las figuras 555 y 556 dan una disposición del mismo orden, pero con consolas decoradas y cubierta curva.

El mismo con canalón

La adición del canalón modifica muy poco la figura 553; va unido a la pequeña cercha formada por el par y la consola que se encuentran separados a la distancia de la altura del canalón, al cual van unidos por escuadras.

Tejadillo levantado con canalón por detrás

El canalón va así mejor colocado; carga menos; la bajada de las aguas es más fácil; este tejadillo puede hacerse atirantado, con friso o sin él por delante (figs. 557 y 558). La consola está formada por hierros T unidos por cartelas; el cabio que cae sobre la consola va unido a ella, pasa por encima del canalón y va a empotrarse en la pared.

Tejadillo sobre columnas

Cuando el saliente del tejadillo es considerable, es preferible emplear apoyos aislados verticales; se puede, entonces,



Fig. 559.

dar mayor distancia entre columnas tomando una correa más

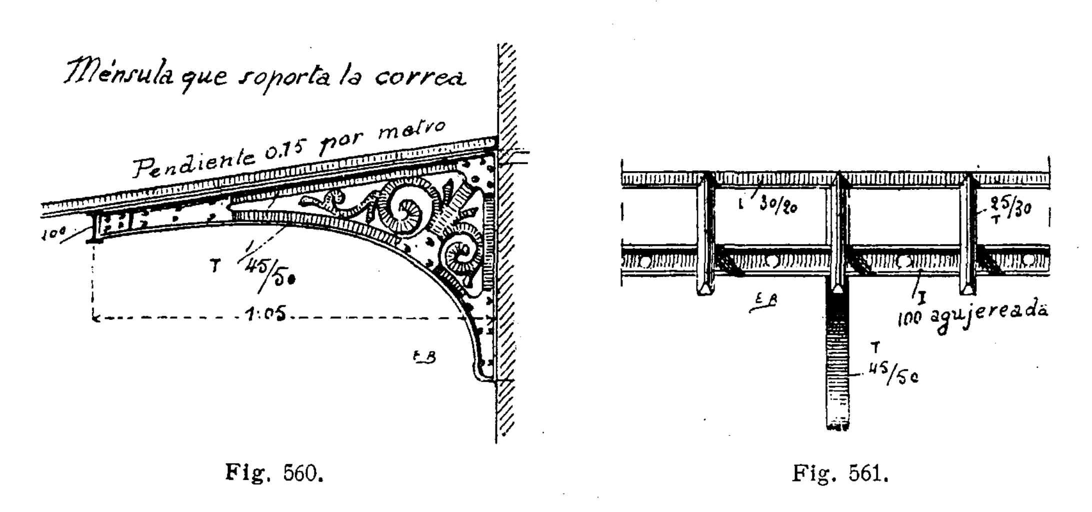


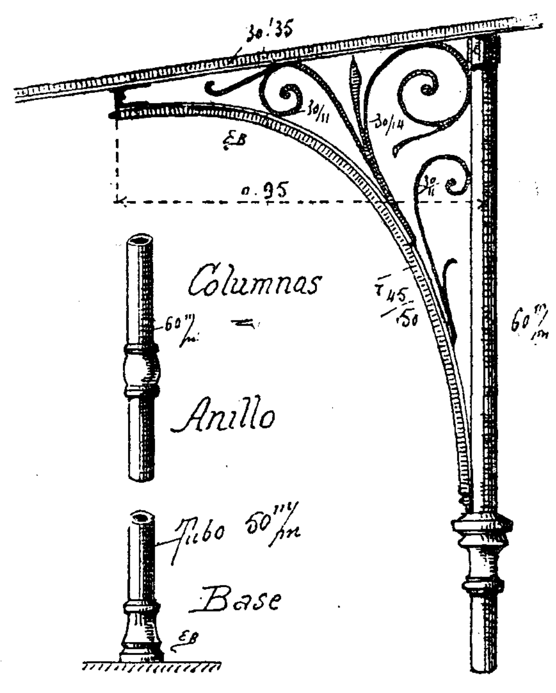
Fig. 560. Fig. 561.

fuerte, por ejemplo, un hierro doble T que se puede calar por punzonado para aligerar su aspecto.

El ejemplo que damos en la figura 559 es mixto, es decir, que presenta a la vez el caso sobre consolas y sobre columnas.

El detalle de las figuras 560 y 561 da la consola vista de perfil y de frente con el modo de unión de la correa y de los cabios.

El cobertizo sobre columnas es, en algunos casos particulares, motivado por un saliente destinado a cubrir un andén.



Figs. 562, 563 y 564.

Las consolas montadas sobre columnas (figs. 562, 563 y 564) llevan una segunda correa que sostiene la parte saliente de los cabios que forman el cuerpo delantero.

Los cabios tienen un gran saliente y los vidrios van recortados o redondeados.

Marquesinas

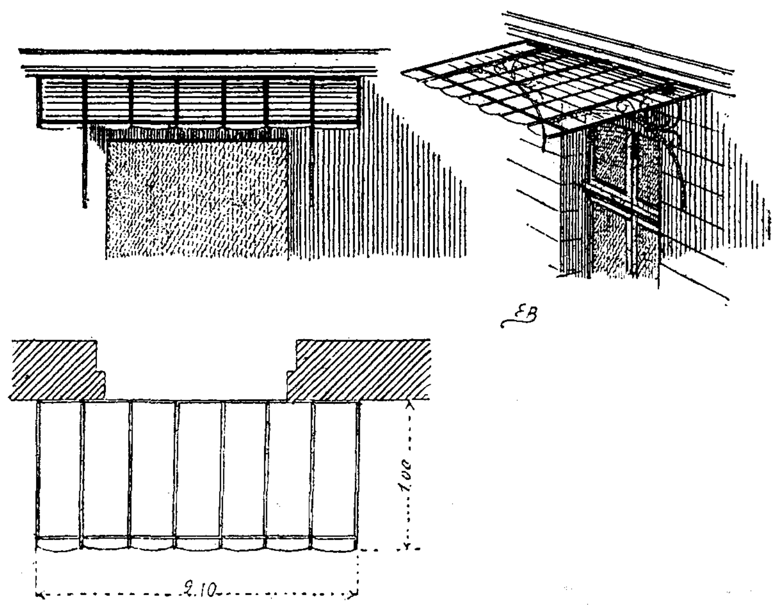
Las marquesinas no son otra cosa que tejadillos decorados de las formas más variadas; guarnecidas generalmente de canalones, tienen una construcción más artística; no se trata solamente de abrigar, es necesario también que la mar-

quesina entre en el conjunto arquitectónico con su carácter especial de obra metálica, pero adaptándose, en cuanto a su estilo y grado de riqueza, al edificio al cual está anexa.

En nuestro examen procederemos desde lo más sencillo a lo complicado, partiendo del tejadillo marquesina, para llegar a la marquesina de hierro forjado. Encontraremos más adelante un surtido completo de consolas de todas construcciones aplicables a las marquesinas.

Marquesina de un solo alero sin canalón

Es un tejadillo sobre dos consolas llenas con un aro y con adornos de hierro plano.



Figs. 565, 566 y 567.

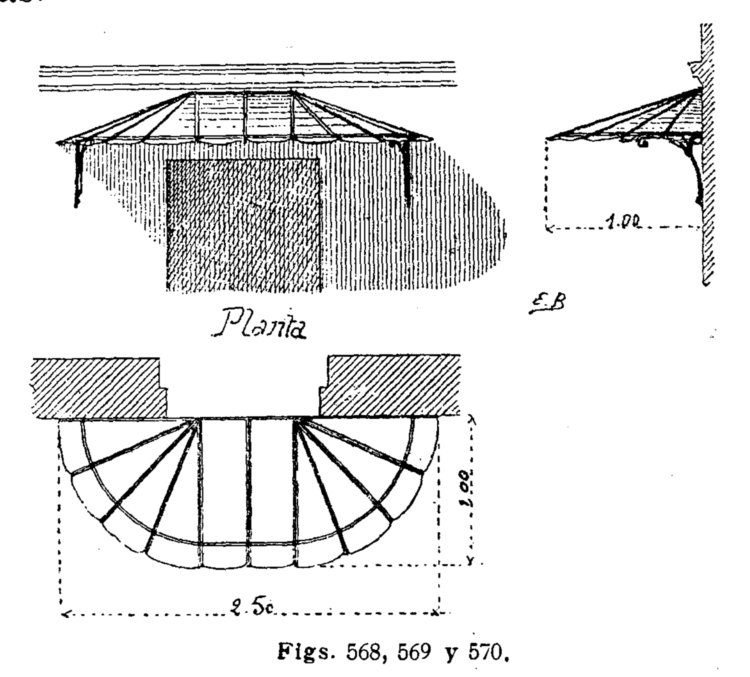
Las marquesinas se establecen ordinariamente debajo de la imposta o debajo de un saliente cualquiera, lo cual es una garantía, además, contra las filtraciones de agua.

Nuestro primer ejemplo (fig. 565, 566 y 567) está compuesto de:

Correa superior, angular	40 × 20
» inferior, angular	50 × 30
Cabio, hierro T	25 × 30
Consolas, hierro T	40 × 45
Relleno, pletina	25 × 9
» »	25 × 7

MARQUESINA DE ÁNGULOS REDONDEADOS

Sin canalón, como la precedente, pero de forma algo menos primitiva, esta marquesina va sostenida por dos consolas curvas.



Figs. 568, 569 y 570.

Las figuras 568, 569 y 570 representan el alzado, la planta y la vista de costado; está compuesta de:

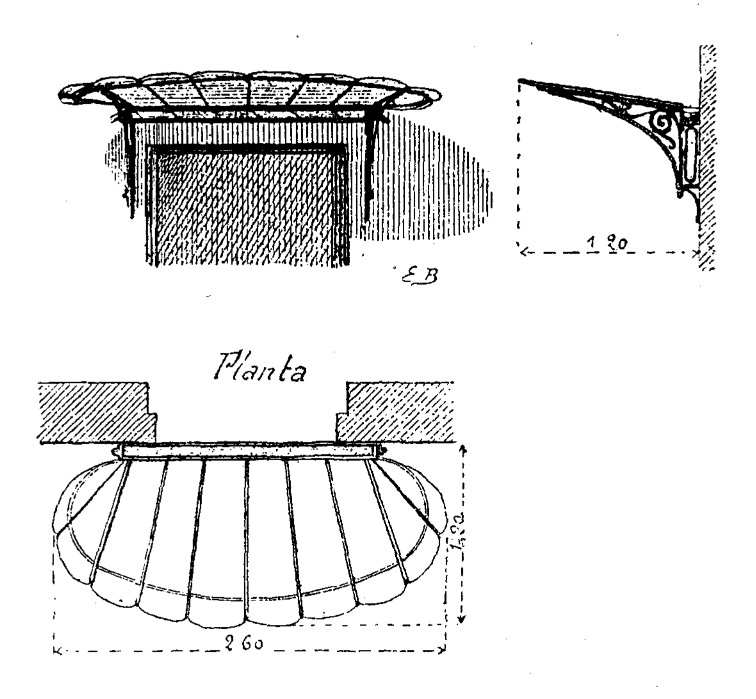
Correa de pared, angular.	40 × 20
» inferior, angular	75 × 35
Cabios, hierro T	20 × 25
Consolas, pletina.	35 × 20
Relleno, pletina	30 × 11
» »	30 × 7

Los cabios centrales empotrados en el muro impiden a la correa inferior una flexión excesiva en su parte media.

MARQUESINA LEVANTADA EN COLA DE PAVO CON CANALÓN POR DETRÁS

En esta marquesina todos los cabios son radiales (figuras 571, 572 y 573); las aguas vienen a salir por un canalón

colocado detrás, como se ve en la planta y en la vista de costado; cuando la marquesina es muy pequeña y la cantidad de agua que se ha de evacuar es casi insignifi-



Figs. 571, 572 y 573.

cante, se puede hacer el canalón con un hierro en U, un hierro zoré o cualquier otro, cuya forma se aproxime a la de una canal.

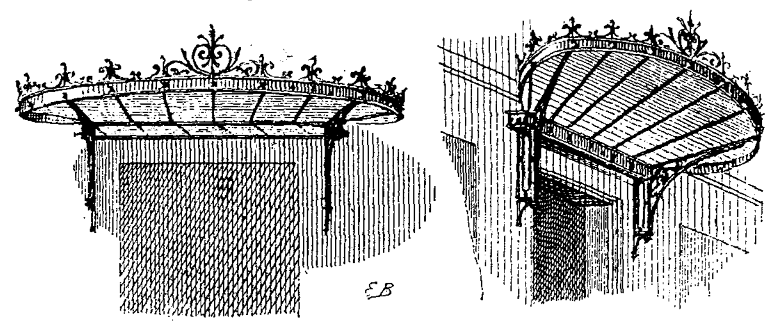
Como se ve en la figura 572 en el trazado en planta, la marquesina es curva y rebasa el canalón por los dos lados.

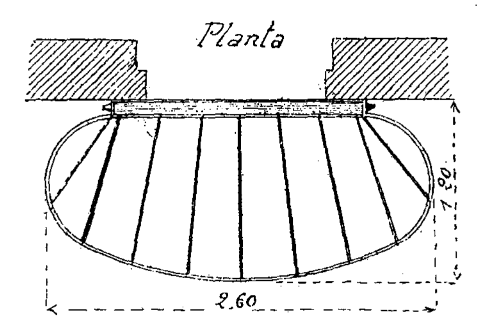
Hierros que componen esta marquesina:

Cabios, hierro T	20 × 25
Correa de perímetro, pletina	40 × 11
Canalón, chapa de fondo	120 × 2,5
» » de los costados	100 × 2,5
» guarnición de angulares	25 × 25
» moldura	25 × 9
» media caña	20 × 11
Consolas, pletina	30 × 18
» relleno, pletina	25 × 11
» » »	25 × 7
» » »	25 × 9

La misma marquesina con cresteria

Esta marquesina (figs. 574, 575 y 576) es semejante a la anterior, pero va adornada con un friso decorado y una crestería de hierro forjado.





Figs. 574, 575 y 576.

He aquí su composición:

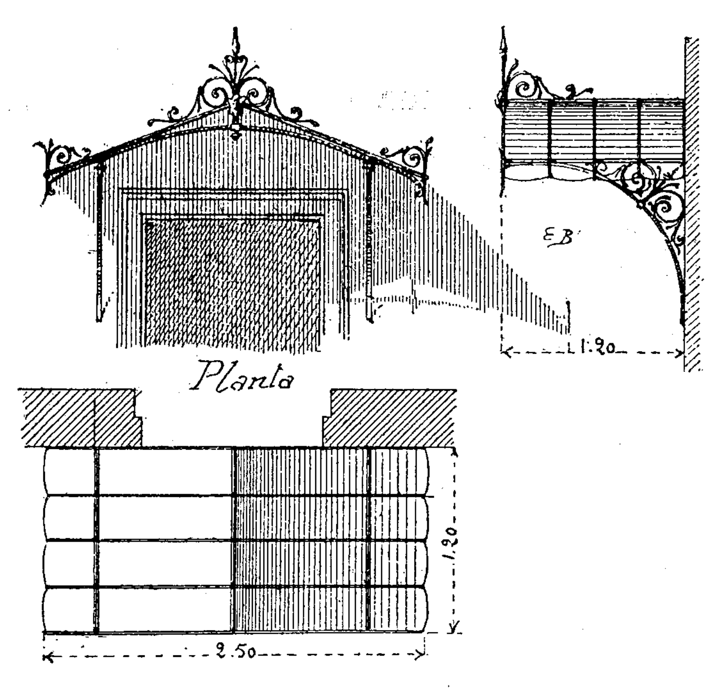
Cabios, hierro T.	20 × 25
Friso, fleje.	80 × 2,5
» guarnición de angulares	20 × 20
» media caña	18 × 9

Marquesina de dos vertientes sin canalón

Encima de una puerta es preferible la disposición representada en las figuras 577, 578 y 579; el agua de lluvia es vertida por los dos lados; la marquesina es también de aspecto más agradable; sus líneas se destacan mejor, son más francas.

Si se la construye con canalones, necesita dos bajantes de agua, lo cual es un inconveniente.

Las dos consolas que la sostienen están reunidas por el frente por medio de un arco que forma con los dos testeros



Figs. 577, 578 y 579.

de vertiente una pequeña cercha que impide los empujes laterales y sostiene la cumbrera.

Secciones de los hierros:

Cabios, hierro T.	25 × 30
Cumbrera, hierro T	30 × 35
Consolas, pletina	30 × 16
Arco, pletina	25 × 14
Adornos, pletina	25 × 8
» »	25 × 6
» »	16 × 4,5

La misma marquesina con canalón

Hemos dicho que el canalón era defectuoso en este género de marquesinas, porque necesita dos bajantes; sin embargo, si se la quiere hacer con canalón deberá colocarse en el frente un friso que haga juego con aquél y que se decorará lo mismo que él con molduras y rosetas.

Marquesina de tres vertientes sin canalón

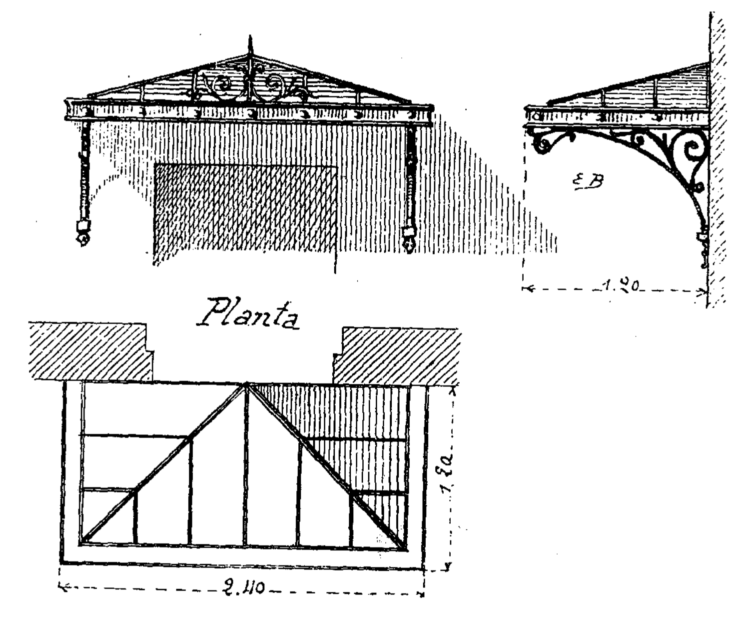
Está compuesta de dos consolas que llevan una solera, dos limatesas y los cabios que sobresalen de la solera, aproximadamente, 0,20 m.

La misma con canalón

El canalón apoya directamente sobre las consolas y recibe las limatesas y los cabios (figs. 580, 581 y 582).

Cabios de pared, angular	20 × 20
Limatesas, hierros T	30 × 35
Cabios, hierros T	25 × 30
Canalón, fondo	140 × 3
» costados	120 × 3
Consolas, pletina	35 × 20
» relleno	30 × 14
» »	30 × 9

Recordemos aquí que la medida de los vidrios llamada comercial varía de 3 en 3 cm. desde 0,33 hasta 0,63 de anchura.



Figs. 580, 581 y 582.

Si se emplea el vidrio estriado o catedral conviene aumentar en consecuencia las secciones de los hierros.

Marquesina sobre columnas

Además de ser muy decorativa la marquesina sobre columnas, permite avanzar mucho, cubrir enteramente los andenes y dar un saliente bastante grande para permitir el descenso del carruaje a cubierto.

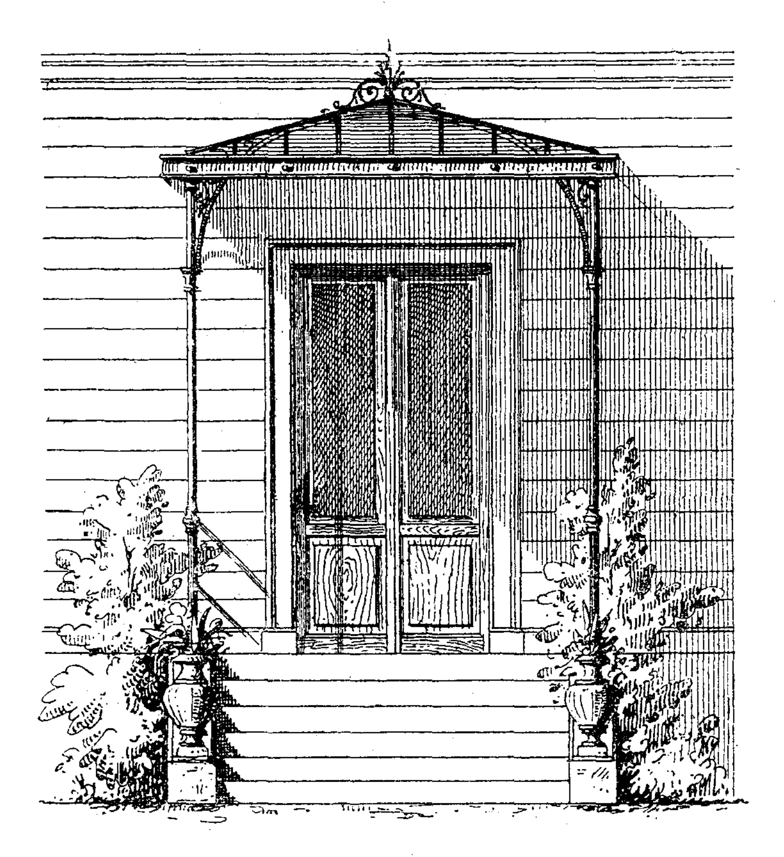


Fig. 583.

En el ejemplo de las figuras 583 y 584, el canalón sirve de vigueta; va empotrado en la fachada, descansa sobre las columnas y sostiene toda la parte volada.

Las dos columnitas van unidas por un arco que arranca por encima de los capiteles; los ángulos van rellenos con adornos (figuras 583 y 584); la figura 585 es la planta de esta marquesina.

Estas marquesinas se hacen también de la manera indicada en la figura 586, con canalón sostenido por las colum-

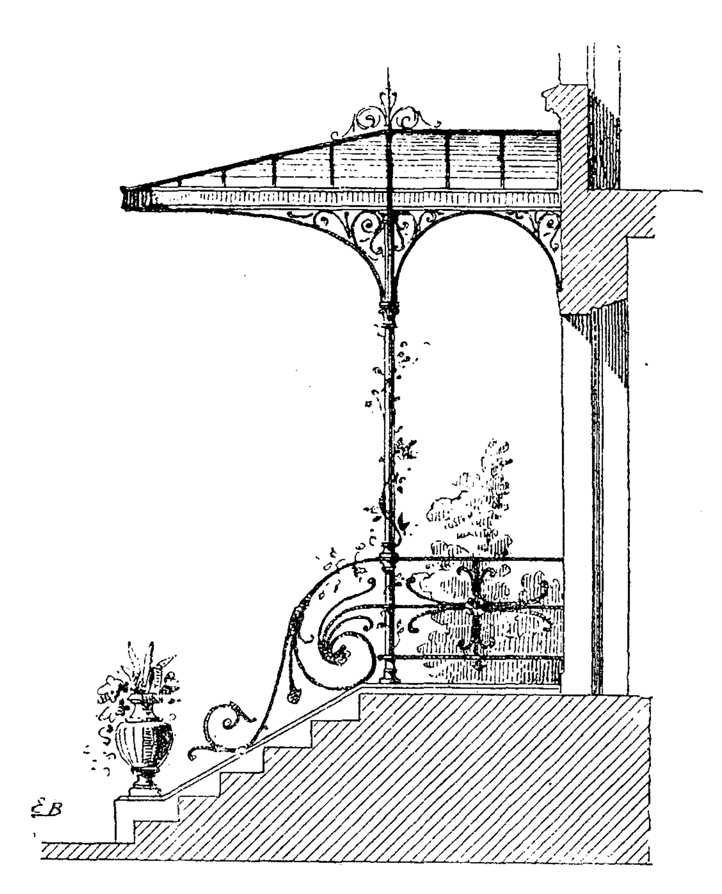


Fig. 584.

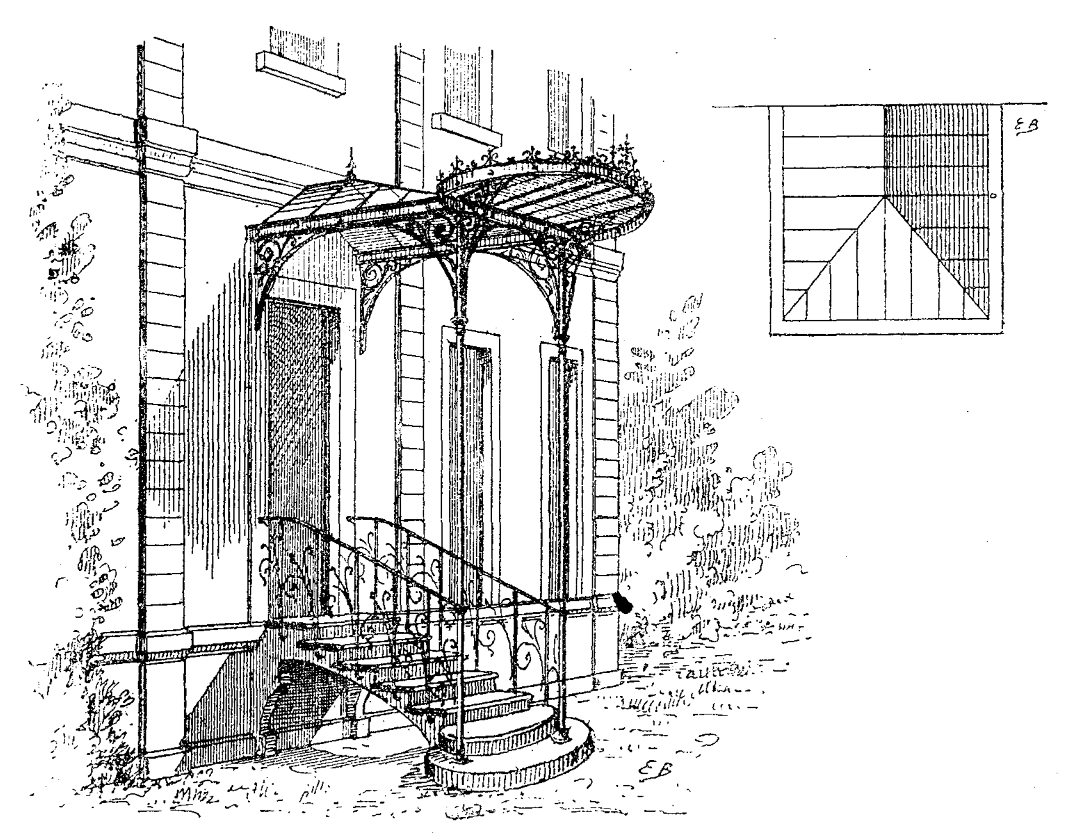


Fig. 586. Fig. 585.

nas, y por la parte delantera un voladizo semejante a la marquesina ya descrita, representada en la figura 574.

Las columnas reciben arcos de arriostramiento en los dos sentidos (figura 587).

La planta (fig. 588) indica la disposición de la cubierta.

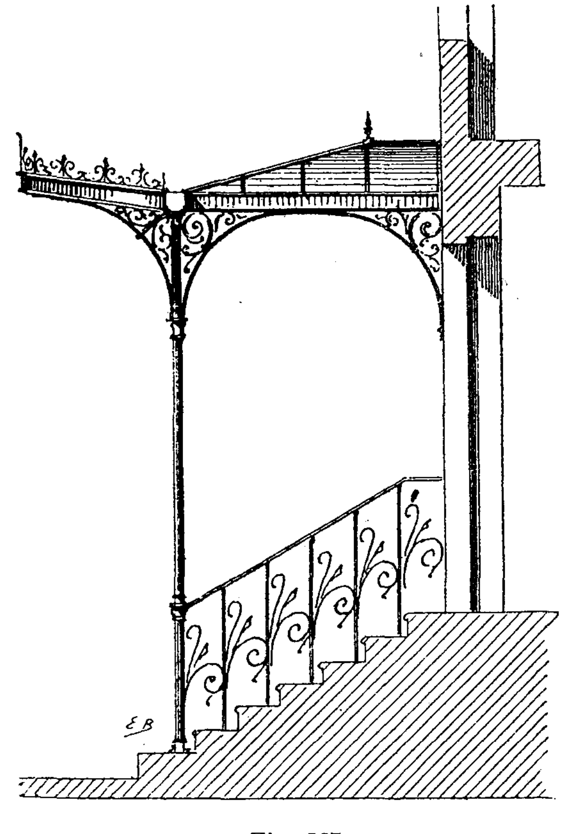


Fig. 587.

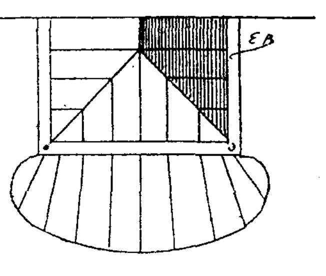


Fig. 588.

Estas marquesinas pueden ir guarnecidas de lambrequines.

Marquesina en cuarto de esfera

Esta forma se emplea rara vez y únicamente cuando hay que disponer de una iluminación importante.

El canalón va arqueado y sólidamente empotrado; todos los cabios arqueados con un mismo radio vienen a reunirse sobre una fuerte placa de chapa, empotrada en el muro, y sobre el canalón que va decorado y sostenido por consolas.

Marquesina circular

Esta marquesina se coloca encajada hasta su mitad en un hemiciclo (figs. 589 y 590); en el sentido *AB* de la planta va una cercha que se representa en la figura 591, corte *AB*.

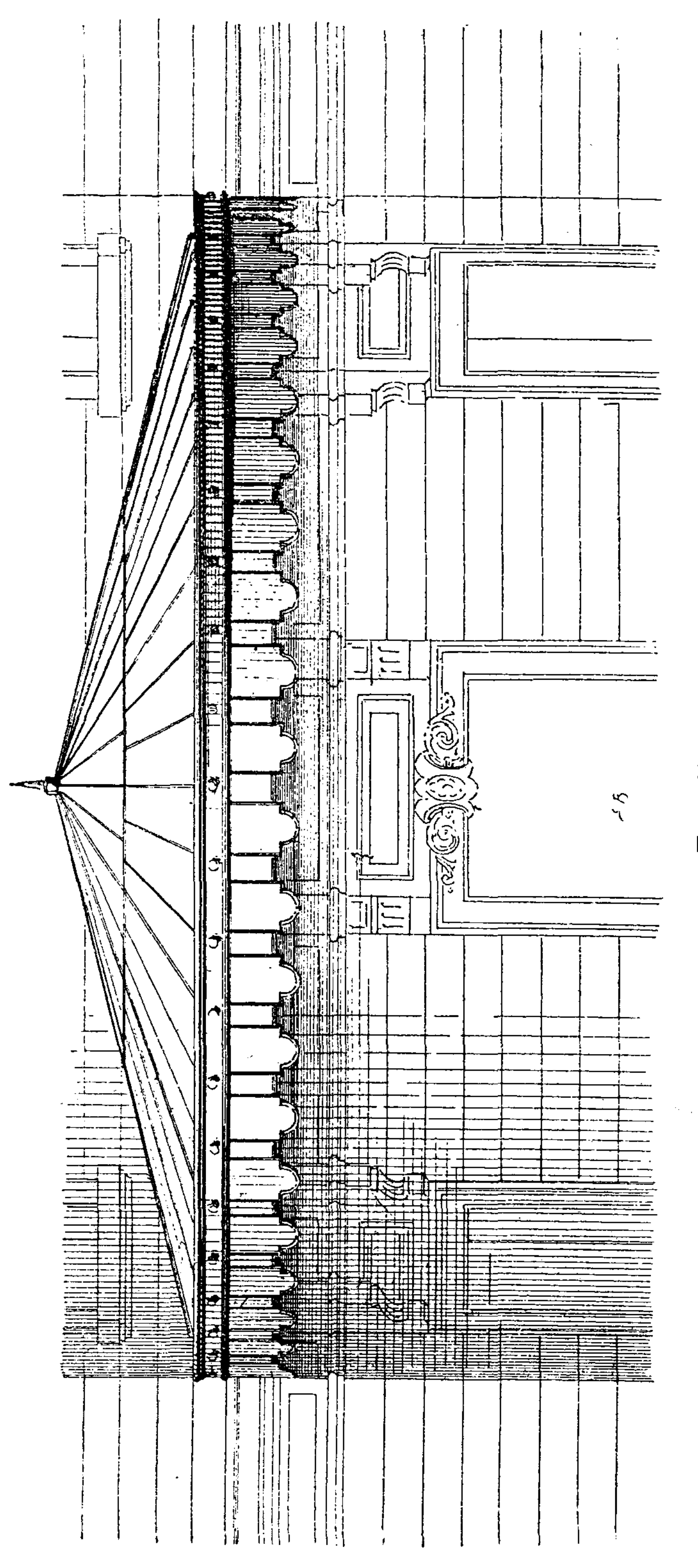


Fig. 589.

En toda la semicircunferencia posterior el canalón va empotrado en la mampostería, y además en el punto *C*

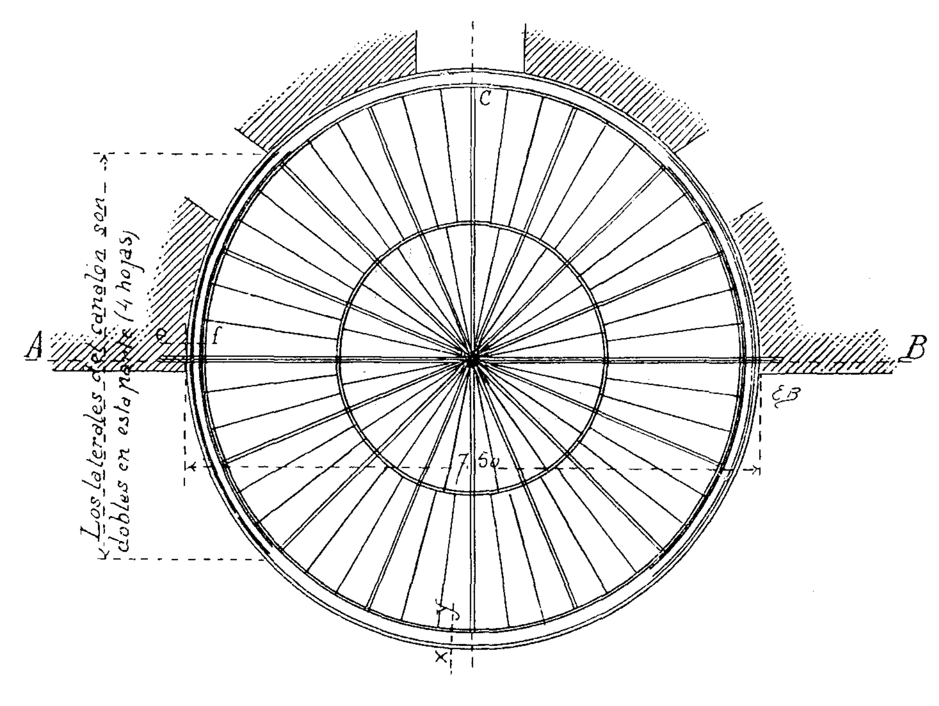


Fig. 590.

va unido al vértice de la cercha *AB* y anclado a la pared, continuando después el canalón exterior, que por su punto medio también se une al vértice de la cercha *AB*; el canalón

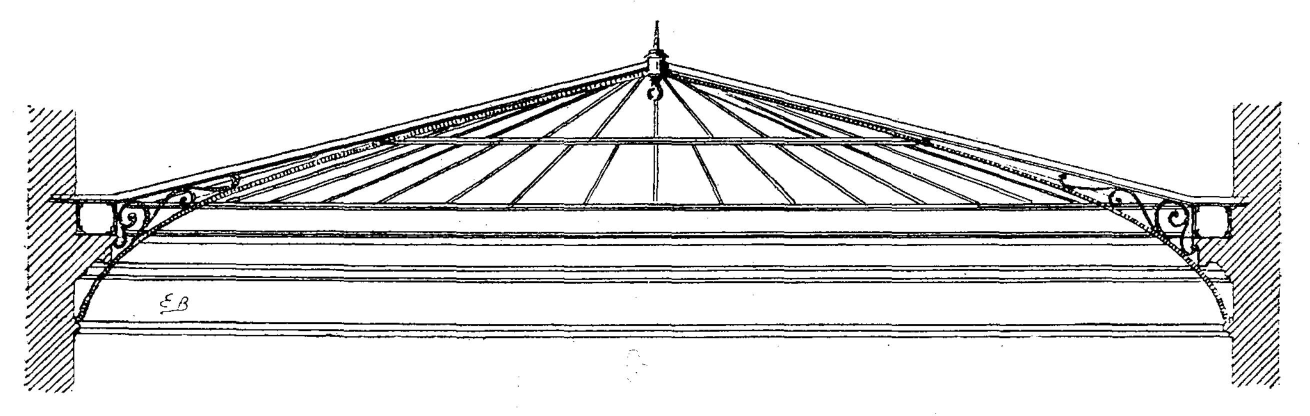


Fig. 591.

va, pues, sostenido mitad por el muro y mitad volado (fig. 592, corte *CD*).

La solidez del conjunto está dada, pues, por la viga *CD* que con las dos uniones del canalón al vértice forma como otra cercha o viga armada que sirve para obtener el con-

trarresto del canalón libre, por el canalón empotrado, y también por el canalón mismo, el cual en su primera parte volada va reforzado, como lo indica el corte *ef* (fig. 593), con dos espesores de chapa de acero íntimamente ligados a los

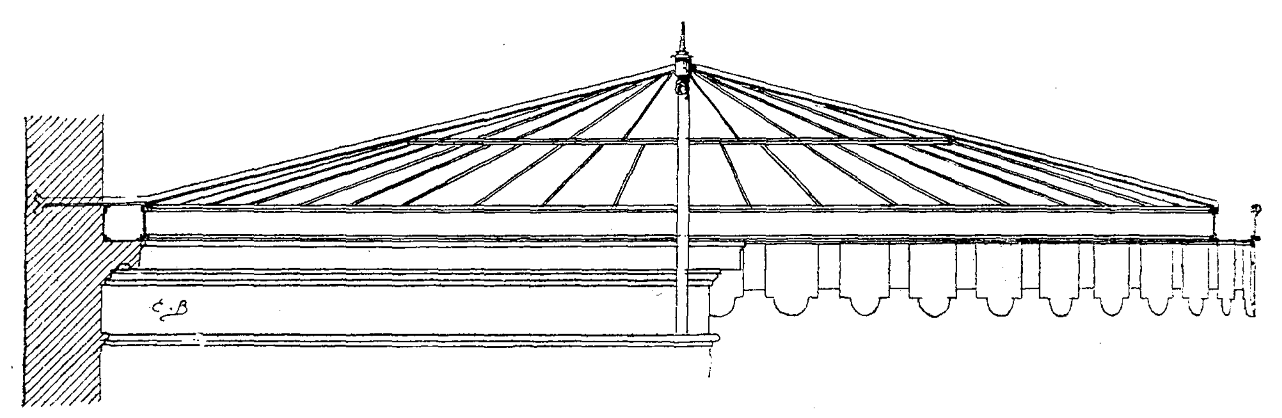


Fig. 592.

costados del canalón, mientras que el resto de éste conserva la sección *xy* (fig. 594).

Es conveniente, al hacer la construcción, dar una elevación considerable al canalón (0,05 a 0,07 m. para el caso que

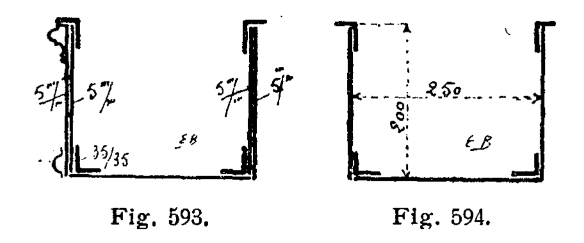


Fig. 593. Fig. 594.

representamos), pues al hacer asiento la obra, se restablecerá la línea horizontal y, por otra parte, no debe temerse el peraltado porque estas formas siempre parece que se hunden.

Como indica el alzado (fig. 589), el canalón va guarnecido de lambrequines vidriados.

MARQUESINA DE HIERRO FORJADO

Esta marquesina es de dos vertientes con canalones (figuras 595, 596 y 597).

Los canalones van enlazados por un arriostramiento de hierro forjado con partes perfiladas; el borde, formado por un

angular, va decorado con un motivo de hierro repujado (alzado, fig. 595).

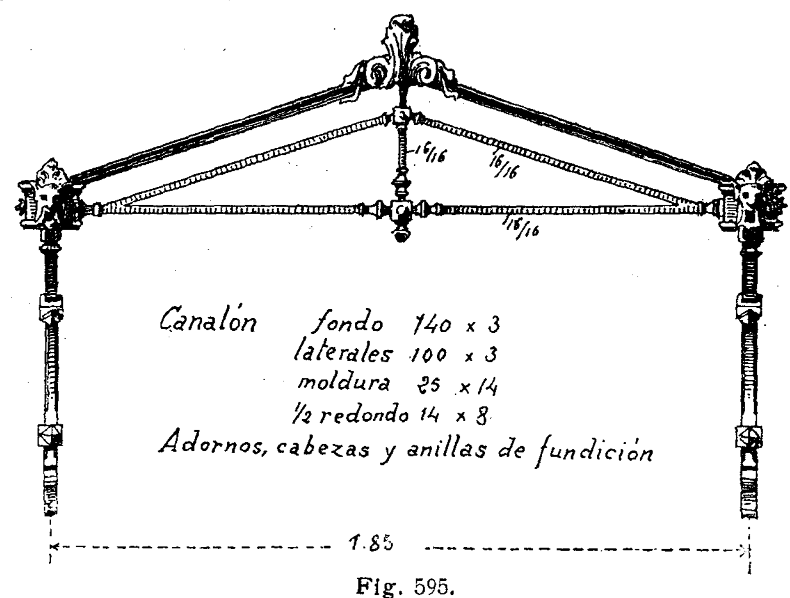


Fig. 595.

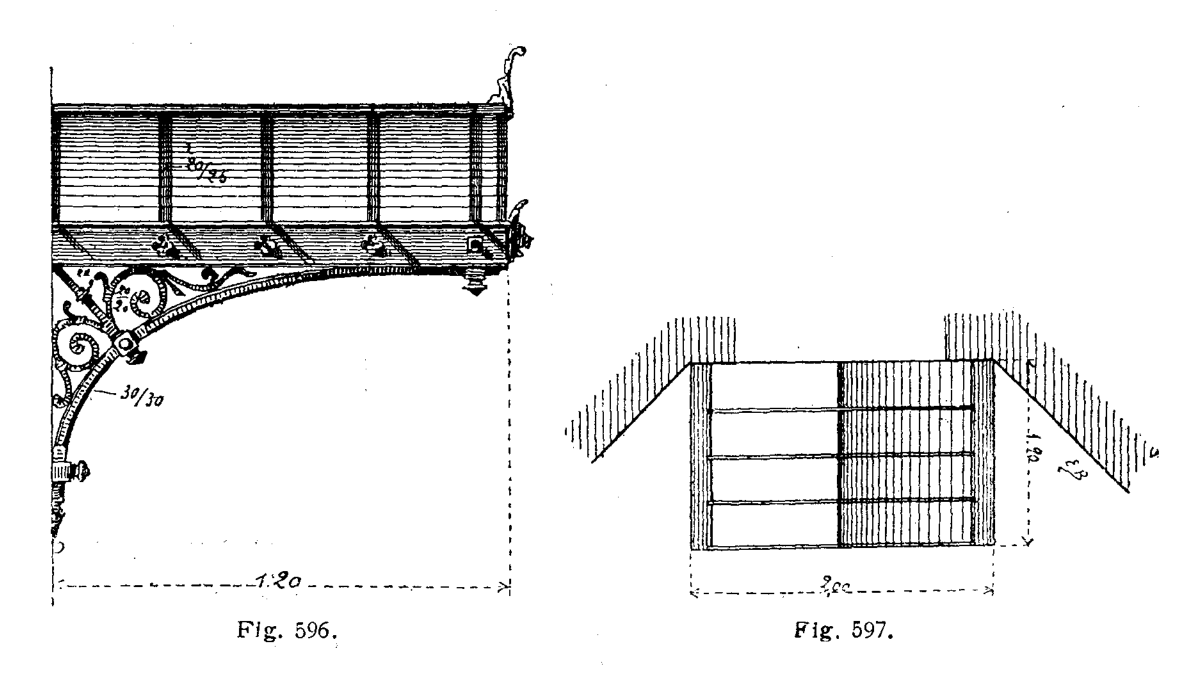


Fig. 596. Fig. 597.

Las consolas son de hierro grueso adornadas con rellenos achaflanados y fijas al muro por fuertes collares de empotramiento.

Marquesina de hierro forjado con tres vertientes y cola de pavo hacia adelante

En esta marquesina el canalón es completo; basta, pues, una sola salida de agua (fig. 598); este canalón va sostenido

por dos vigas de celosía adornadas de rosetas, que sobre cada montante llevan una mensulita aplastada y recortada (figura 599, corte del canalón).

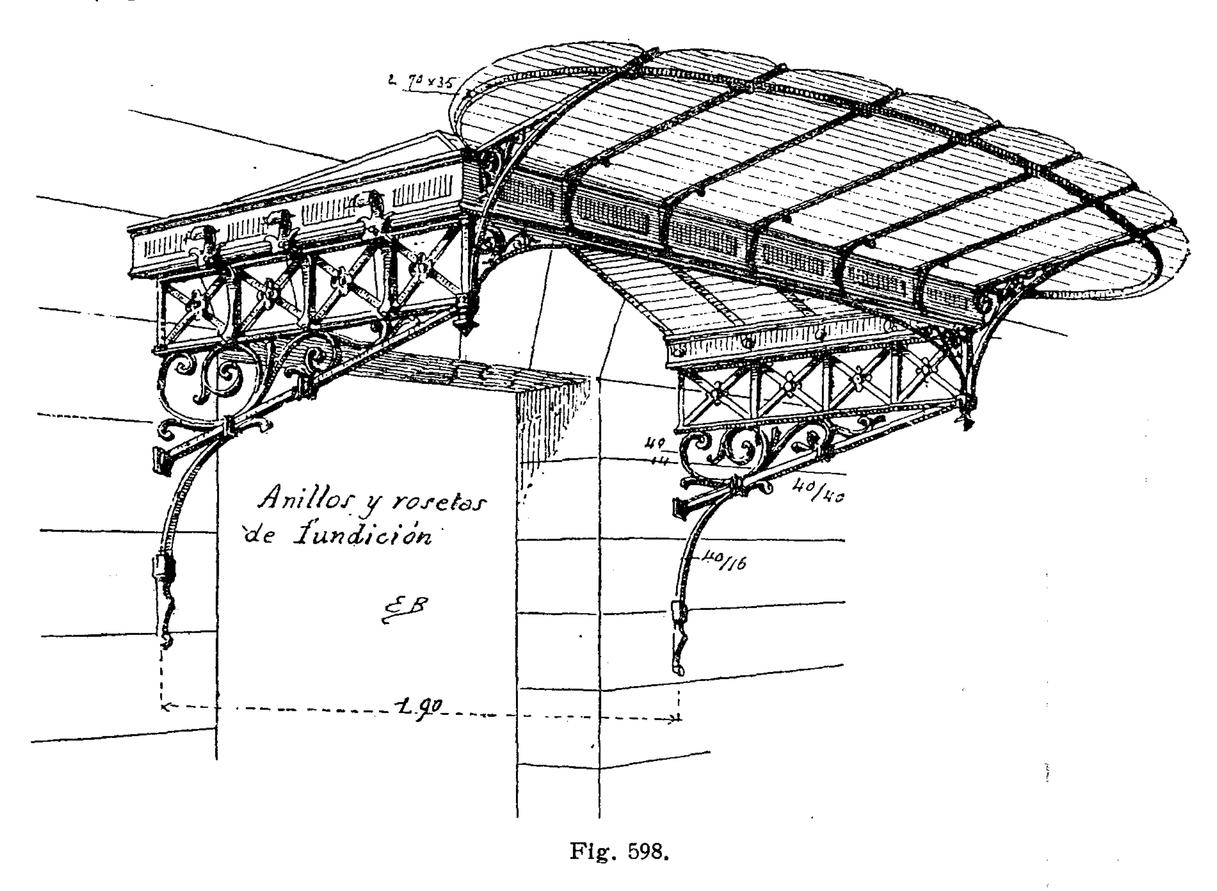


Fig. 598.

Las consolas de hierro cuadrado están compuestas de un elemento recto, decoradas y completadas por volutas.

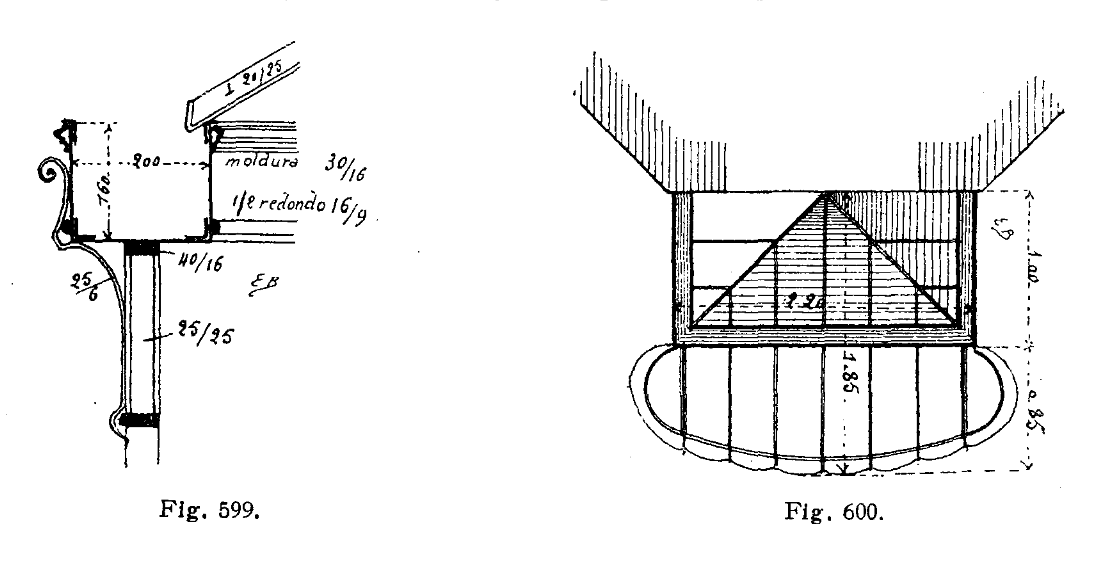


Fig. 599. Fig. 600.

La cubierta es de tres vertientes, y por la parte de delante se dispone una cola de pavo (figs. 598 y 600) que está

sostenida por dos consolas que parten de la parte alta del canalón, y van a parar por debajo a los cordones inferiores de las vigas de celosía.

Marquesina con canalón curvo continuo

La cubierta de esta marquesina (fig. 601) es de dos vertientes rectas y de dos faldones en arco. Los soportes arquea-

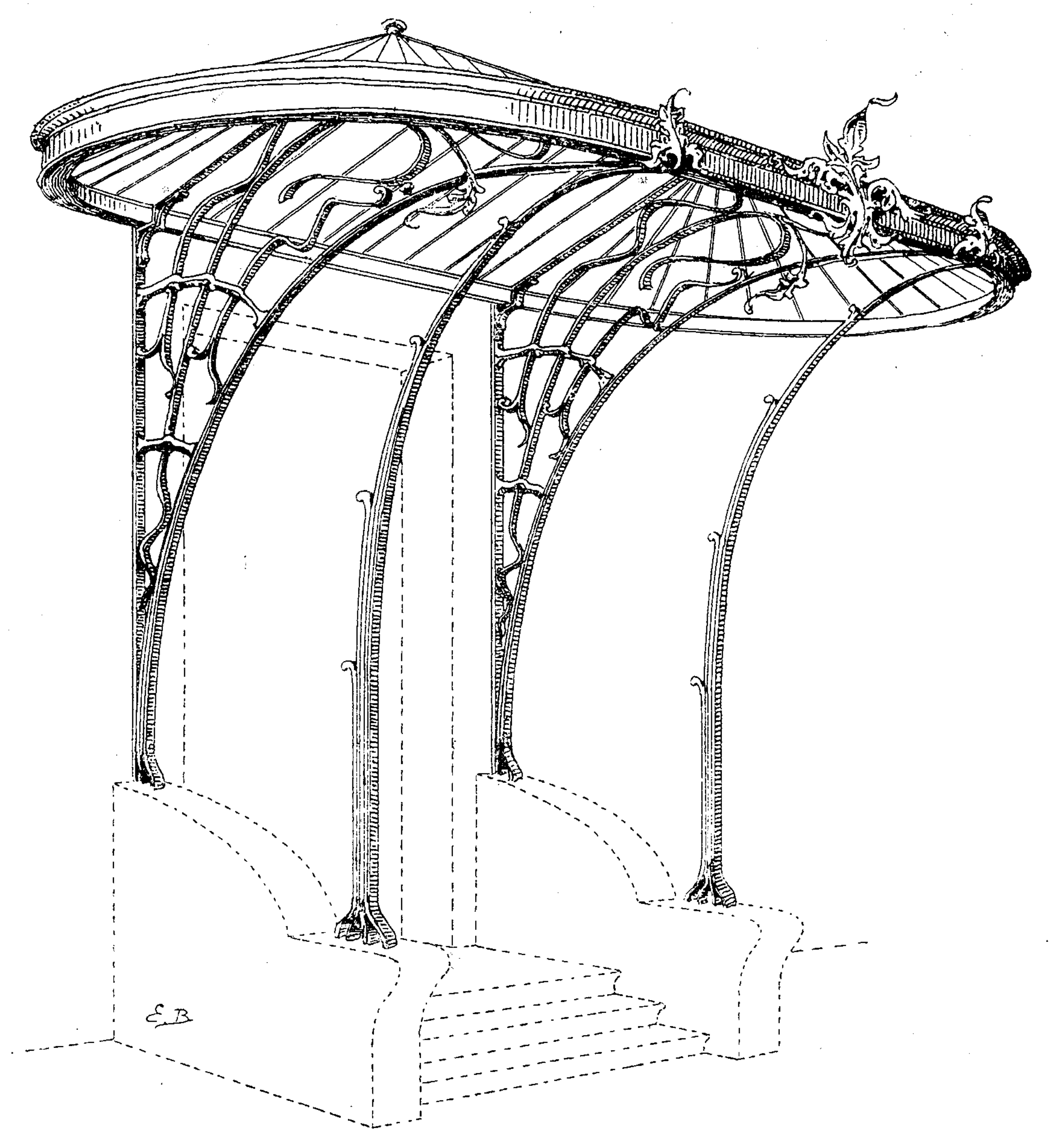


Fig. 601.

dos, formando como unas ballestas, son más bien defectuosos como construcción; pues claro está que deberá darse a la

parte alta cerca del canalón una fuerza suficiente para soportar la carga que resulte de la marquesina, y como, además, por el momento de flexión, el número de flejes aumenta a medida que nos aproximamos al pie, producirán un efecto de pesadez desagradable.

Marquesina en abanico con canalón circular

Aquí la cubierta es un semicono, cuya parte baja se apoya sobre el canalón (fig. 602). El canalón tiene una sección semejante en cuanto a su forma al representado en la

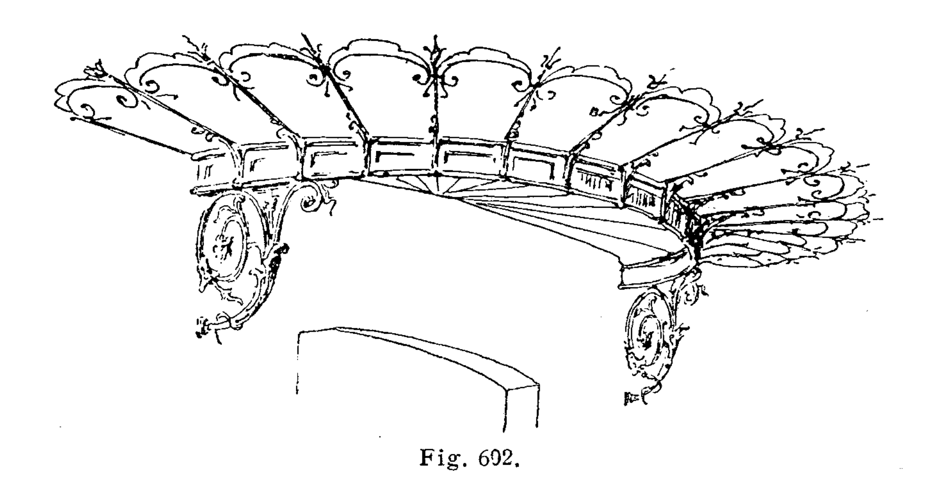


Fig. 602.

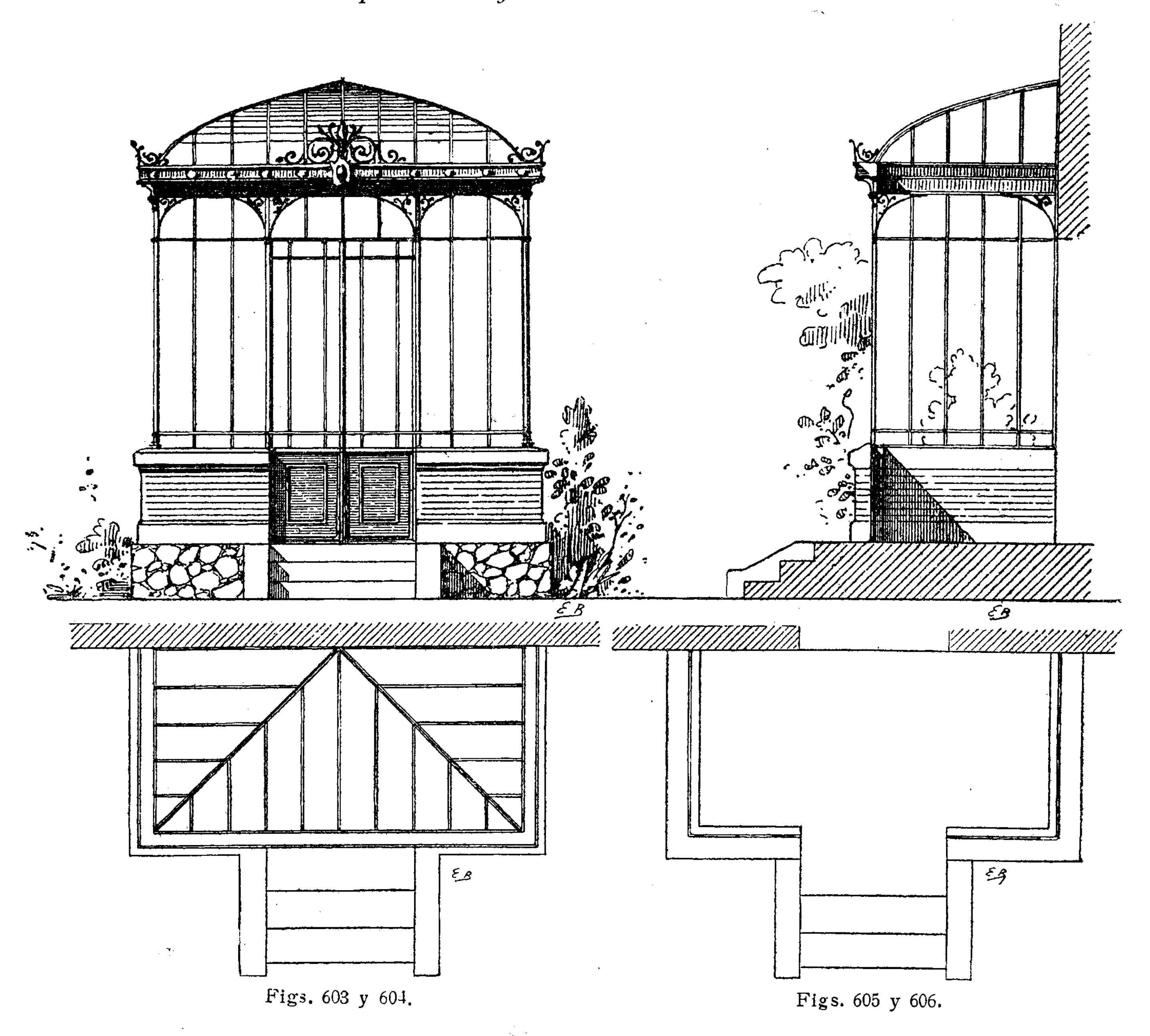
figura 599; formando saliente sobre este canalón se encuentra la parte en abanico sostenida por pequeñas consolas. Para impedir que esta parte saliente descienda, se hacen de una sola pieza los cabios de la cubierta y del abanico, acodándolos dos veces para permitirles el apoyo sobre el canalón.

El canalón mismo es sostenido por dos consolas de hierro forjado.

Verandas

En la India, las verandas son galerías establecidas en la fachada de las habitaciones para comunicarse al abrigo del sol.

Nosotros hemos dado este nombre a pequeños anexos de hierro con cristales que colocamos frente a un salón o un comedor *en la planta baja*.



Figs. 603 y 604.

Figs. 605 y 606.

Van guarnecidas de flores, algunas veces con calefacción, y sirven a menudo de primer vestíbulo; van cubiertas de cristales, de zinc, y a veces con azotea cubierta de plomo, sirviendo entonces de balcón a la habitación superior.

Las verandas se hacen con todas las variedades de formas en su planta, cuadradas, rectangulares, poligonales, redondeadas, etc., pero la forma con ángulos rectos es la

más económica; los zócalos se hacen de mampostería o de chapa y de diferentes alturas que varían de 0,30 a 0,80 m. Cuando son de mampostería tienen de ordinario el grueso de un ladrillo, o sea 0,22, con basamento y losa de protección de piedra; cuando son de chapa, ésta tiene, aproximadamente, 0,003 m. de grueso encuadrada por un hierro angular, plano o moldurado, y decorada por un marco a inglete remachado.

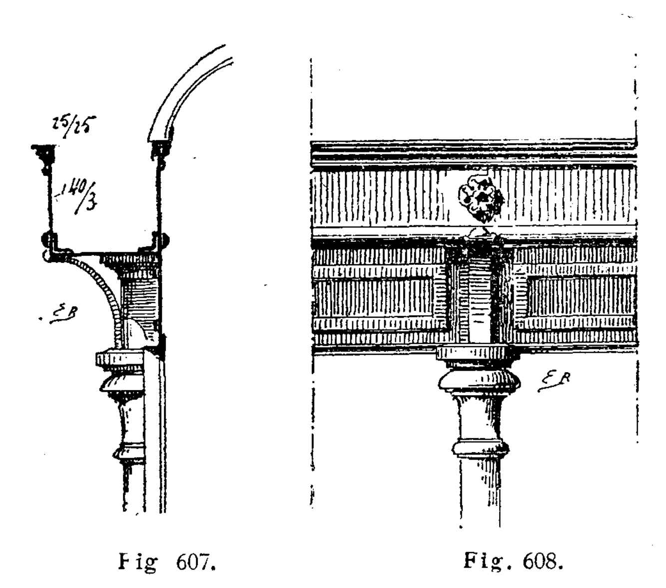


Fig 607. Fig. 608.

La figura 603 da el alzado de una veranda rectangular, como indica la planta (fig. 604), con cubierta de tres vertientes; está formada por un canalón, de chapa y angulares, que recibe la parte baja de los cabios (fig. 605), y de dos columnas representadas en el alzado; estas columnas son de hierro hueco de 0,050 m., guarnecidas de angulares y provistas de basas, anillos y capiteles; sostienen un canalón compuesto de:

Fondo, fleje.	160 × 3
Lados, fleje.	140 × 3 y 250 × 3
Angulares de unión.	25 × 25
Solera de los cabios, hierro Z . .	28 × 28
Moldura.	30 × 11
Media caña	20 × 9

Este canalón está sostenido frente a las columnas y a los montantes de la puerta por pequeñas ménsulas que las figuras 607 y 608 representan de perfil y de frente.

Las columnas van unidas a los montantes de la puerta por medio de arcos adornados con un ligero relleno.

La decoración del canalón, además de los perfiles, está hecha con rosetas; los ángulos se acentúan con un motivo

forjado, y el centro va motivado por una cresteria o remate asimismo de hierro forjado (fig. 609).

Llamamos la atención sobre el corte del canalón; se observa que la pared interna se prolonga por debajo del fondo, y presenta a la sombra arrojada una parte llena. Esta disposición es práctica sobre todo en el caso de una veranda con terraza; el piso se coloca a la altura del canalón y éste puede llevar la cara delantera moldurada como una cornisa.

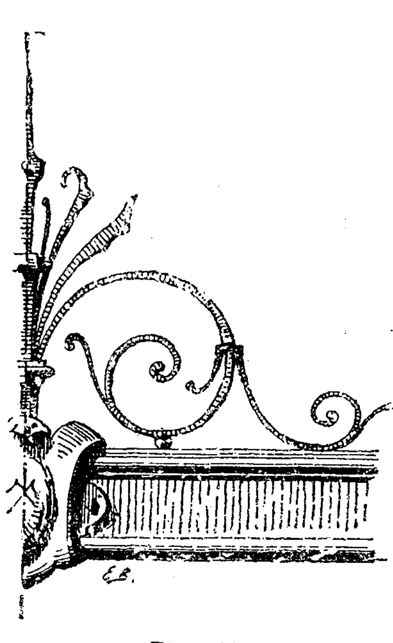


Fig. 609.

Miradores

En inglés se llama a los miradores «bow-windows», lo que significa ventanas saledizas. En nuestro idioma también se les llama cierros y tribunas.

Son unos balcones cubiertos completamente con una armadura metálica que puede recibir vidrieras, porcelanas, terracotas, etc., elementos muy decorativos que se armonizan bien con las armaduras de hierro.

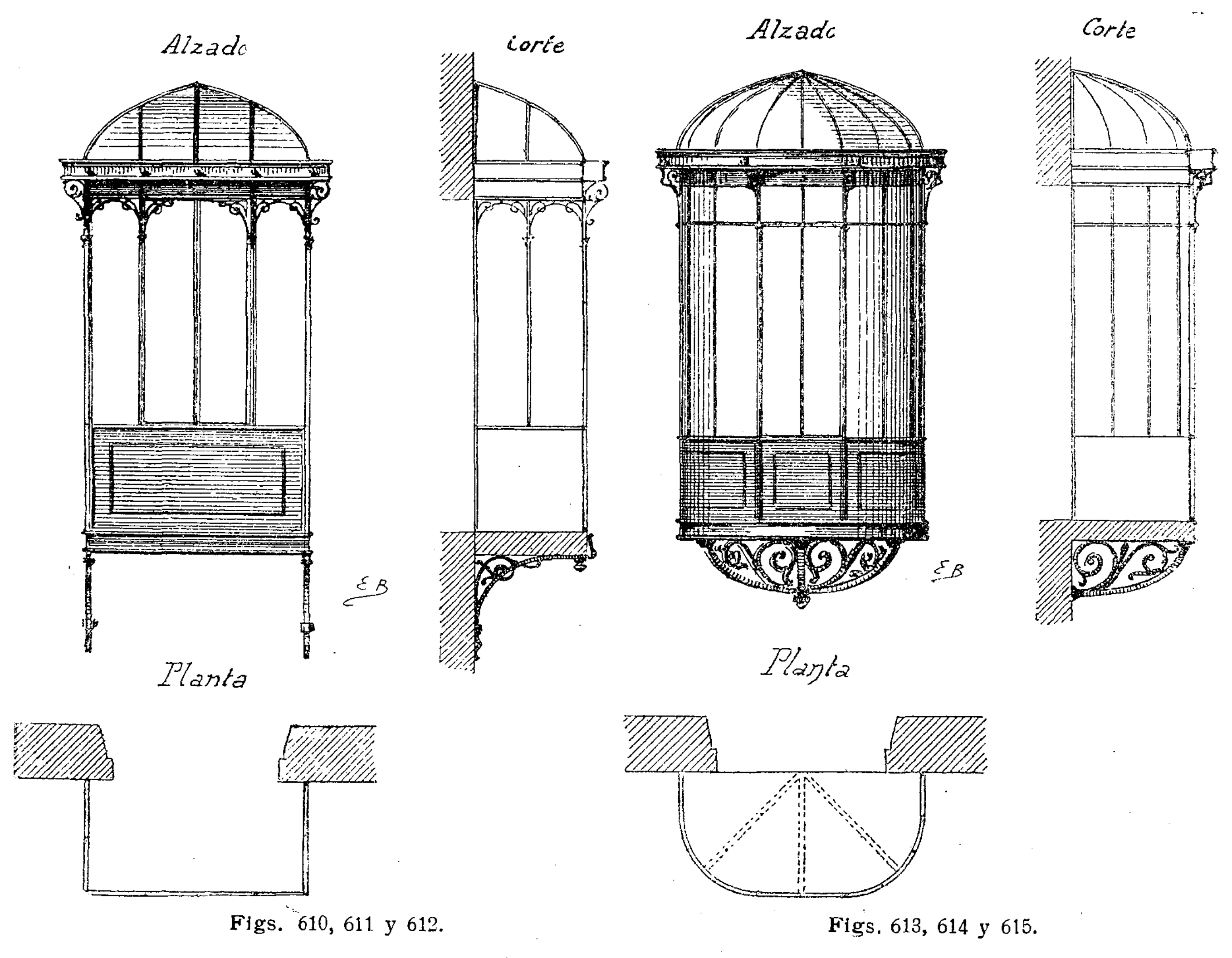
Se ha intentado a menudo dar a los miradores una apariencia de fuerza en relación con las fachadas sobre las cuales se aplican; para esto se han empleado elementos pesados, tales como la fundición, por ejemplo, reproduciendo los perfiles de la piedra que los rodea, y entrando así más íntimamente en la parte de conjunto. Esto tiene inconvenientes muy graves: no se puede dar a la fundición la apariencia de piedra más que por medio de la escultura, y la oxidación inevitable lo prohibe, y es preciso pintarla de un color oscuro; sería, pues, mejor y más práctico, dado el efecto que se quiere obtener en este caso, ejecutar estos perfiles en piedra y no conservar la fundición y el hierro más que para las partes verticales.

Nosotros pensamos, sin embargo, que una vez admitido el empleo del hierro en la construcción de miradores, vale más afirmar el metal, buscar la mayor ligereza y aprovechar la gran resistencia del hierro para obtener un saliente de cristales elegante, muy fino, y de manera que se pierda menos luz para el interior, en lugar de hacer una mancha pesada sobre la fachada.

Los miradores son de dos clases: los que no comprenden más que un hueco y los que se superponen en dos o más pisos.

Miradores de ventana

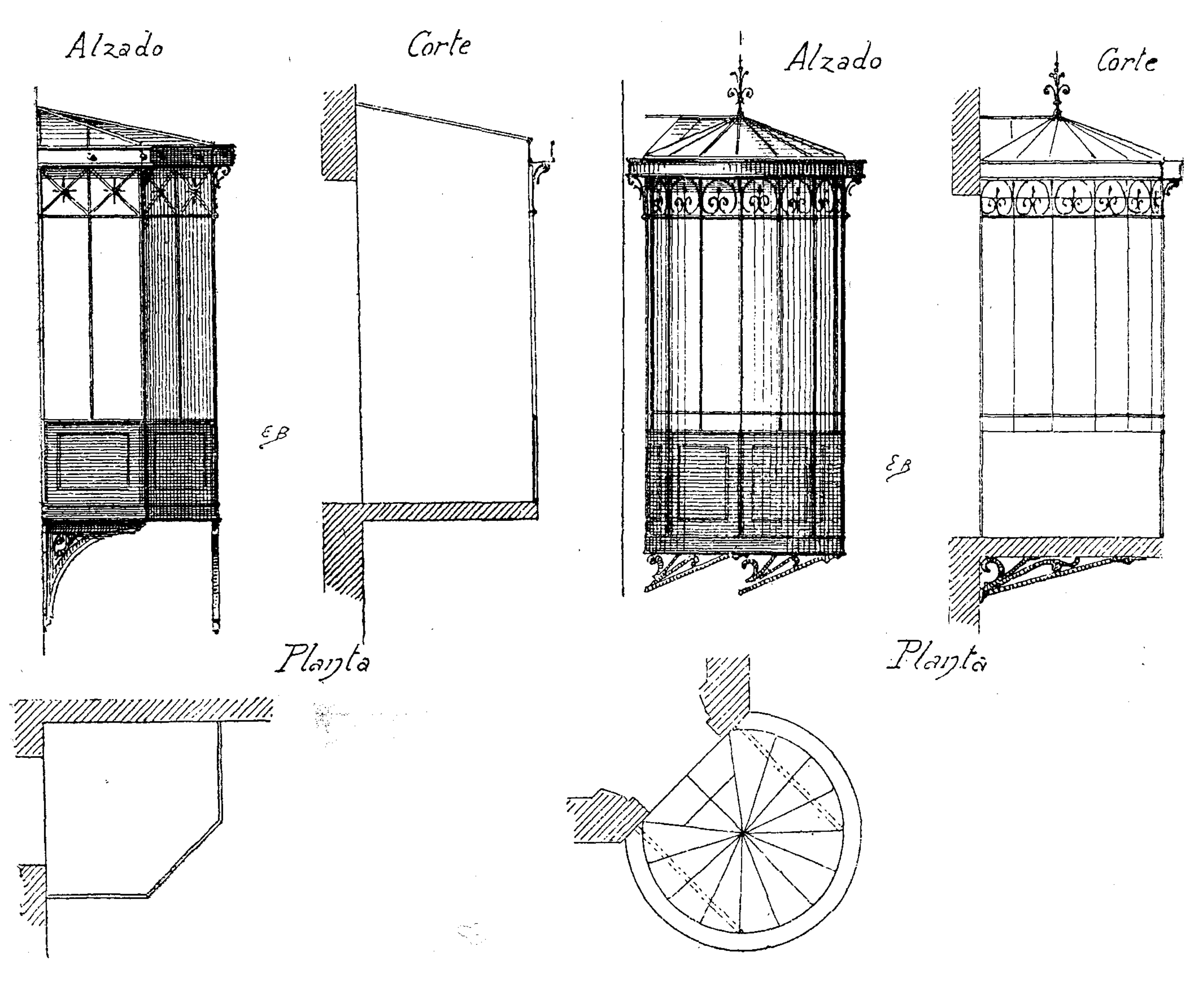
Como para las demás construcciones, las formas son muy diversas; nuestro primer ejemplo (figs. 610, 611 y 612) afecta la forma rectangular.



Figs. 610, 611 y 612.

Figs. 613, 614 y 615.

Apoya sobre dos consolas colocadas debajo de una cintura de hierro doble T ensamblada a los montantes de las esquinas y empotrada a una profundidad por lo menos de 0,25 m.; los montantes de esquina están formados por dos



Figs. 616, 617 y 618.

Figs. 619, 620 y 621.

hierros cuadrados de 36 × 36, guarnecidos de angulares de 36 × 16, que soportan el canalón.

El canalón va sólidamente empotrado y sostenido por los aristones igualmente empotrados; el resto de la construcción es semejante al de la veranda que acabamos de describir.

El mirador con ángulos redondeados sobre tres consolas (figuras 613, 614 y 615) no difiere del precedente más que por

la forma de su planta y los cabios de la cubierta, que son convergentes.

El ejemplo de las figuras 616, 617 y 618 va colocado en un ángulo y sostenido por dos consolas; se puede también emplear el procedimiento de construcción que hemos indicado para los rellanos de descanso en las escaleras, es decir, establecer una báscula.

La forma en torrecilla es muy elegante; se puede establecer, como indicamos en las figuras 619, 620 y 621, sobre dos consolas que soportan la viga que forma el cordón de cintura, y el resto como en los miradores precedentes; las figuras 620 y 621 indican la disposición de la cubierta radial, en parte y unida a la construcción por una pequeña cumbrera y dos limahoyas.

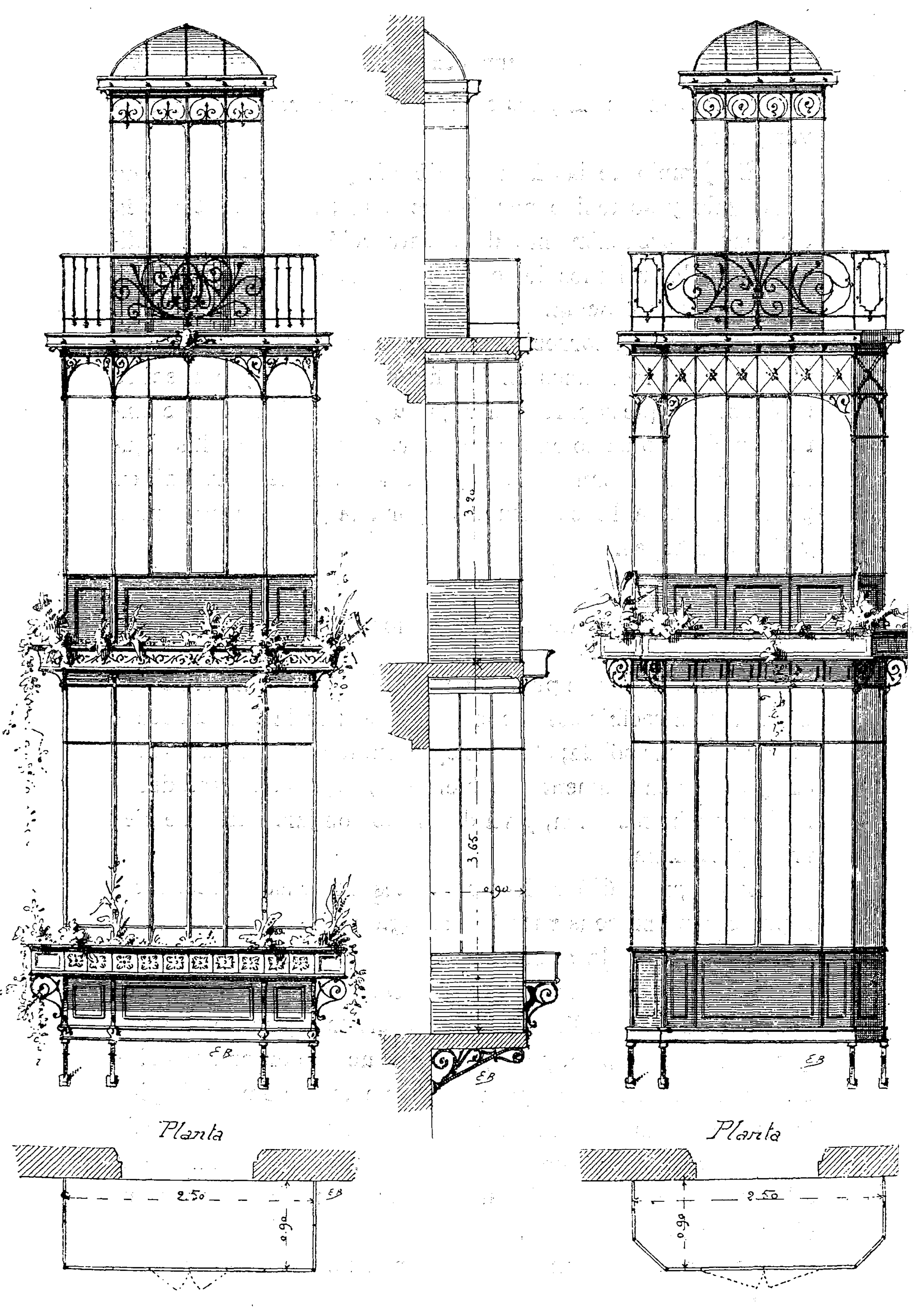
Miradores de varios pisos

Algunas veces se prevén en los pisos viguetas salientes destinadas a recibir estas construcciones; es la construcción mejor y la más sólida; el caso representado en las figuras 622, 623 y 624 es enteramente de hierro, susceptible de una decoración mucho más rica, y va decorado con jardineras de hierro y porcelana.

Las figuras 625 y 626, variantes del caso precedente, representan una construcción análoga.

Llamaremos la atención de los constructores sobre la dificultad que presentan a menudo estos miradores desde el punto de vista de la limpieza de los cristales; se comprende que en un cuarto piso, por ejemplo, el acceso exterior es difícil y es molesto tenerse que valer de un andamio para limpiar los cristales. Es preciso, pues, al construirlos preocuparse de la limpieza, y para ello disponer partes que abran hacia adentro y sean bastante frecuentes para permitir alcanzar con el brazo a todas las paredes exteriores.

Las figuras indican bastante bien la construcción en gene-



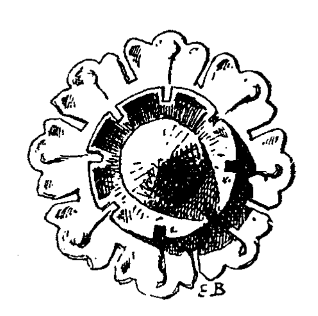
Figs. 622, 623 y 624.

Figs. 625 y 626.

ral, pero, sin embargo, diremos algunas palabras acerca de la parte saliente en dos casos:

1.° En el caso en que no se hayan previsto las viguetas salientes destinadas a sostener el mirador, habrá que valerse de consolas y de empotramientos profundos para las partes resistentes, cinturas, canalones y paneles de chapa; de estos últimos, sobre todo, dada su gran altura, se pueden hacer excelentes apoyos salientes, bastando para ello anclarlos sólidamente.

2.° Si la parte saliente ha sido prevista debe efectuarse, o bien con una gran precisión en la colocación de las viguetas en sus longitudes y en sus distancias recíprocas, de manera que el constructor del mirador pueda, sin tener que cortar ni suplementar nada, reunir las viguetas por una solera apoyada, o también colocando las viguetas de una manera cualquiera en un espacio menor que el que ocupará el mirador, pero con longitudes iguales y agujeros hechos para las uniones. Entonces, se coloca una solera o cintura completa en el frente y en los dos costados ensamblada a la vigas.



CAPÍTULO XI

Verjas, rejas

VERJAS. — Altura de las cercas. Verjas ligeras de hierro media caña hueco. De hierro angular. De hierro en U. De hierro triangular. De hierro redondo hueco.

VERJAS DE HIERRO MACIZO. — *Elementos de las verjas fijas*. Barrotes. Traviesas. Agujeros simples y ensanchados, boceles. Montantes simples y con arbotante. Empotramientos. Cardos, erizos, alcachofas, dardos, espinas. Anillas, palmetas, adornos de verjas. Ces, eses, etc. Composición de las verjas.

Elementos de las verjas móviles (puertas de reja). Montantes-pilastras y pilastras. Ranguas. Topes. Montantes de quicial y de batiente. Cabio bajo. Zapatas. Peinazos. Collares. Cojinetes de bronce. Capiteles de pilastras. Guardarruedas.

CANCELAS Y REJAS. — Postigos. Puertas de dos hojas. Puertas llenas. Composiciones de frontones para rejas, para postigos. Hojas de ornamentación. Pantallas de chapa. Mirillas. Cancelas de vestíbulo y de interior. Cancelas de ascensores. Rastrillos de entrada de propiedades. Rejas de carnicerías. Rejas de tragaluces y ventanas.

Verjas

Las verjas son cercados calados de hierro, de bronce o de fundición; no nos ocuparemos más que de las primeras, y tan sólo trataremos de la fundición en su empleo para los accesorios de la construcción de rejas.

Estos cercados de hierro están sometidos como los de mampostería, a las alturas reglamentarias de 3,20 m. para las poblaciones de más de 50000 habitantes, y de 2,60 m. para las menores (estas dimensiones están tomadas desde la parte

alta de las puntas más largas). Aunque nosotros pensamos aquí tratar sólo de las verjas de hierro macizo forjado, echaremos, sin embargo, una rápida ojeada sobre los principales sistemas económicos de hierro con nervio, hueco, rebajado, vaciado, etc., que se emplean en la construcción de las verjas.

VERJAS DE HIERRO MEDIA CAÑA HUECO SOBRE TRAVIESAS DE HIERRO PLANO, HIERRO ANGULAR, HIERRO T, HIERRO U

La verja de hierro media caña hueco se hace de varias maneras:

1.º Remachando de plano, es decir, que el hierro media caña hueco va unido a la traviesa por medio de un remache.

La traviesa es un hierro plano, un angular o un hierro U.

El hierro media caña va aplastado en su extremidad y cortado en punta, etc., lo que le da la forma de una lanza.

2.º El mismo hierro media caña pasante, es decir, que la traviesa de hierro plano, angular, hierro T colocado con el alma horizontal o hierro U con las alas hacia abajo, va punzonada según la sección del hierro media caña para dejarle paso; el barrote se fija por un pasador.

Vista de frente una verja así construída, presenta el aspecto de una verja de hierro redondo montado sobre una traviesa de hierro plano.

VERJAS DE HIERRO ANGULAR CON TRAVIESAS DE ANGULAR O DE HIERRO U

Estas verjas imitan el hierro cuadrado presentado de ángulo y producen la ilusión de ello hasta 45°, es decir, con la condición de que para verlos se coloque uno dentro de este ángulo y no se salga de él.

El barrote va fijo sobre la traviesa por un tornillo o por un pasador.

Verjas con barrotes de hierro U y traviesas de angular o de hierro U

El barrote de hierro U simula el barrote de hierro cuadrado visto de plano, y pasa, como los demás, por un agujero de la traviesa.

Verjas de hierro triangular de bayoneta con traviesas de hierro plano, angular, T, U, etc.

El hierro triangular tiene por sección un triángulo equilátero, cuyos ángulos están redondeados con un radio de 0,001 a 0,003 m., y cuyas caras están ahuecadas en 0,0025 a 0,005 m.; sus dimensiones, medidas por el lado del triángulo, son 0,013, 0,018, 0,025 y 0,034 m.

Principales combinaciones:

1.° Engrapado redondo sobre traviesa de hierro plano o de angular, sistema que no se emplea más que para las dos primeras dimensiones. Este hierro da una buena reja de pequeñas dimensiones; la traviesa va taladrada con dos agujeros distanciados en la anchura del hierro menos 2 mm.; éste tiene aplastadas sus aristas en 1 mm. aproximadamente; un grapón de buen alambre redondo de 0,004 m. acodado como convenga viene a abrazar el hierro, se aloja en las muescas, pasa por los agujeros de la traviesa y es rebatido detrás.

El golpe es aguantado por un tas, en el cual va practicada la forma entera del grapón dejando una cierta libertad al barrote para que el apriete se haga por completo.

2.° Engrapado de plano, sobre traviesa de angular, de hierro U, etc. El hierro triangular vaciado da una reja sólida; el grapón de hierro plano estampado, embarbillado por decirlo así en el barrote por las muescas, va remachado a la traviesa o empernado, según los casos.

3.° Pasantes: los barrotes pasan las traviesas de hierro U taladradas con orificios triangulares; es el sistema más corrientemente empleado; da una buena reja; el barrote va fijo con pasador sobre la traviesa en U como si se tratase de una traviesa maciza.

El empleo de este hierro con traviesa maciza es costoso, dada la dificultad de taladrado, que necesita un orificio central, tres orificios para las alas y la conclusión con cincel y la lima; sin embargo, se presta muy bien a la torsión aun en frío, y es de un efecto excelente.

Verjas con hierro redondo hueco

Las verjas con hierro redondo hueco han sido empleadas en cierta época; el hierro era caro, y la economía que resultaba por la diferencia de peso compensaba bastante la del precio de los hierros llenos y huecos para asegurar su aceptación; puede producirse de nuevo una diferencia favorable en los precios, y esto es lo que nos impulsa a tratar de los hierros huecos.

Debemos decir, por lo pronto, que el hierro redondo hueco tiene en absoluto la apariencia del hierro macizo; la traviesa empleada es llena, la punta del barrote se hace soldando en su extremidad un hierro macizo que se alarga en punta.

Estos hierros son buenos para las verjas sin zócalo, pues cargan poco y fatigan tanto menos las traviesas.

Para todas estas verjas sin zócalo se hacen los montantes con hierro plano, hierro T o hierro rectangular, el contrafuerte o arbotante del montante de hierro T se hace con hierro plano y va ensamblado con dos platinas laterales.

Se hacen también puertas de verjas con hierros ligeros; en este caso, los montantes son de angulares y provistos de bisagras; se pueden hacer también los montantes de hierro macizo y el relleno con barrotes ligeros.

Pasaremos en silencio las verjas de fleje, las traviesas de hierro redondo, hueco y otros numerosos ensayos que no son, en realidad, más que especies de celosías metálicas y que no ofrecería interés ninguno describirlos aquí.

Verjas de hierro macizo

Elementos de las verjas durmientes o fijas

Las verjas durmientes se componen de:
1.° Barrotes,
2.° Traviesas,
3.° Montantes simples,
4.° Montantes con arbotantes,
5.° Partes del empotramiento.

Barrotes

Los barrotes de las verjas se hacen de hierro redondo o de hierro cuadrado; sus dimensiones varían de 0,016 a 0,025 m. y 0,03 m.; para la verja media se emplean barrotes redondos o cuadrados de 0,018 a 0,023 m. de diámetro o de lado; van forjados en punta más o menos aguda, desde la punta de estilete hasta la punta de diamante, y a menudo van adornados con anillos de cobre o de fundición. Los barrotes cuadrados pueden ser presentados de plano o de ángulo; pueden estar retorcidos; a veces se les raja formando dos dardos separados (fig. 627) o se sueldan espinas en tres o cuatro caras (figs. 628 y 629).

Generalmente en un tramo de verja los barrotes tienen puntas de diferentes longitudes; también en su parte alta llevan lanzas de fundición acompañadas de volutas; se emplean además hierros de gruesos diferentes alternados, por

ejemplo, 0,015 y 0,022 m., siempre con una diferencia bastante sensible. Con los barrotes cuadrados se puede, además de la diferencia de gruesos, presentar alternativamente un barrote de plano y otro de ángulo, o un barrote de ángulo y un barrote de plano y retorcido.

La distancia entre los barrotes, común a todas las verjas, varía de 0,12 a 0,13 m. como máximo entre hierros, lo que da una distancia de eje a eje variable según el calibre del hierro

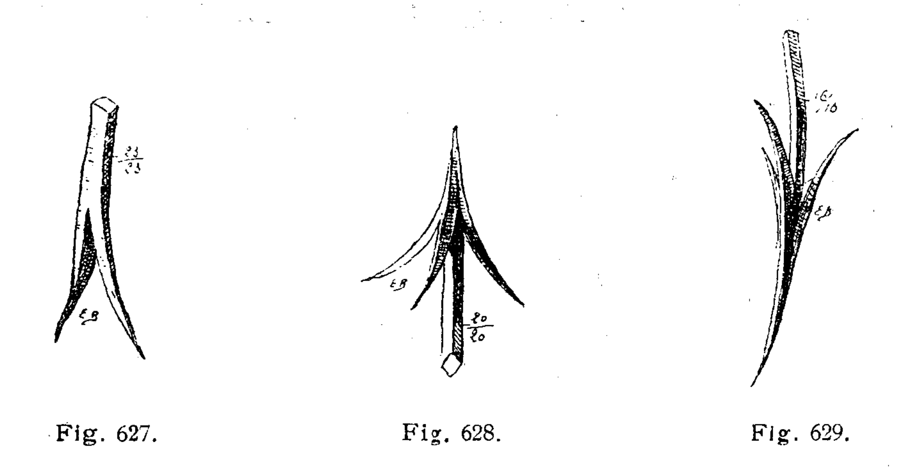


Fig. 627. Fig. 628. Fig. 629.

empleado para el barrote; la distancia entre traviesas varía de 1,10 m. para hierro de 0,016 de diámetro, a 2,20 m. para hierro de 0,025 m.

El número impar de barrotes en un tramo es indispensable cuando la verja está compuesta de barrotes largos y cortos alternados, o también cuando siendo todas las puntas iguales se deba colocar un adorno que no sea simétrico con relación a su eje. Asimismo los tramos deben tener de 1,40 a 1,50 m., lo que da diez divisiones y nueve barrotes separados a 0,14 a 0,15 m. de eje a eje.

De estos nueve barrotes aconsejamos siempre bajar el del centro, bien sea hasta apoyar en el zócalo, bien sea empotrándolo, lo cual es todavía mejor; este barrote portante tiene por objeto descansar las traviesas que, al trabajar de plano, taladradas con agujeros y sosteniendo los barrotes, ceden alguna vez, lo que se puede, como se ve, evitar fácilmente.

TRAVIESAS

Las traviesas se hacen de hierro plano, cuyo espesor es igual al hierro que la atraviesa, y la anchura tiene dos veces el diámetro; así, un barrote de 0,02 m. exige una traviesa, aproximadamente de 0,04 × 0,02 m., en la cual una vez hecho el agujero de paso quedará a cada lado del barrote una sección de 0,02 × 0,01 m.

Las traviesas se perforan con taladro; el agujero se da un poco grande para el paso del hierro; las traviesas de hierro plano pueden taladrarse con punzón, pero aparte de que el punzón aun cuando está afilado en hélice produce arranques, desgarres en el interior, se necesita para este trabajo un herramental especial que aguante el hierro por los costados durante el punzonado; así y todo, no se llega a impedir completamente la dilatación del hierro que produce en el encaje de cada barrote un ligero ensanchamiento muy apreciable a la vista.

En todo caso pensamos que la apertura de agujeros con punzón en las traviesas sería costosa para un trabajo de poca importancia, en vista del herramental que necesita, y además es un trabajo defectuoso.

Los agujeros cuadrados en las traviesas se ejecutan perforando con taladro un agujero cuyo diámetro sea igual al lado del barrote, después se quitan los ángulos con cincel y se termina con la lima.

La traviesa tiene una longitud igual a la distancia entre los montantes; para hacer la división de los agujeros conviene dar a las divisiones extremas una longitud disminuída en la mitad del diámetro o del grueso del hierro redondo o cuadrado; sin esta precaución no se obtendrían espacios iguales entre los barrotes y entre los montantes y los barrotes extremos.

Las traviesas van ensambladas sobre los montantes por pasadores de hierro redondo que atraviesan dichos montantes de parte a parte y van enclavijados, tanto al montante como a la traviesa (fig. 630).

Las traviesas con agujeros ensanchados se emplean en toda verja bien construída; la suma de las dos secciones que quedan a cada lado del barrote es igual a la sección total de la traviesa; no existe así el menor debilitamiento (fig. 631).

El agujero ensanchado para barrotes redondos se obtiene recal-

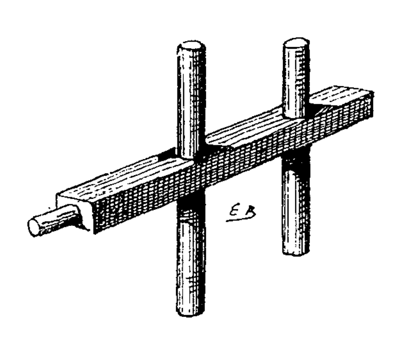


Fig. 630.

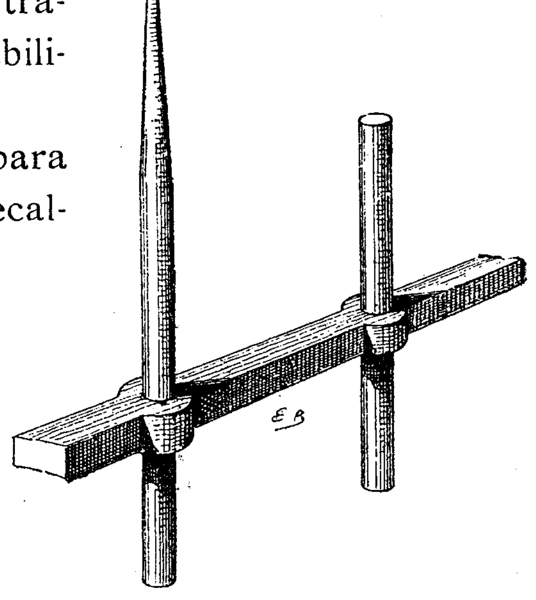


Fig. 631.

cando el hierro; el forjador se ha dado ya cuenta por un ensayo del acortamiento que experimenta la barra; puede marcar sobre la traviesa continua el sitio de los agujeros y dar bien las caldas en el lugar deseado; una vez recalcado el hierro perfora en caliente el punto ensanchado y lo abre por medio de un mandril cuyo diámetro es ligeramente mayor que el del barrote que ha de entrar en él; los ensanchamientos exteriores se terminan con estampas.

El agujero ensanchado para barrote cuadrado presentado de ángulo se hace de la misma manera (fig. 632), recalcando la barra en el punto marcado, el mandril es cuadrado y algo mayor que el barrote.

El agujero ensanchado para barrote cuadrado puesto de plano (fig. 633) es más dificultoso: el recalcado es más consi-

derable para poder obtener los ángulos y hacer con el martillo los planos necesarios; las gargantas son forjadas, pero el agujero debe ser terminado con cincel y con lima.

Las traviesas con agujeros ensanchados son siempre un trabajo difícil y costoso para hacerlo a la forja. Cuando se han de repetir un número considerable de traviesas parecidas se obtiene una economía tomando traviesas de una anchura

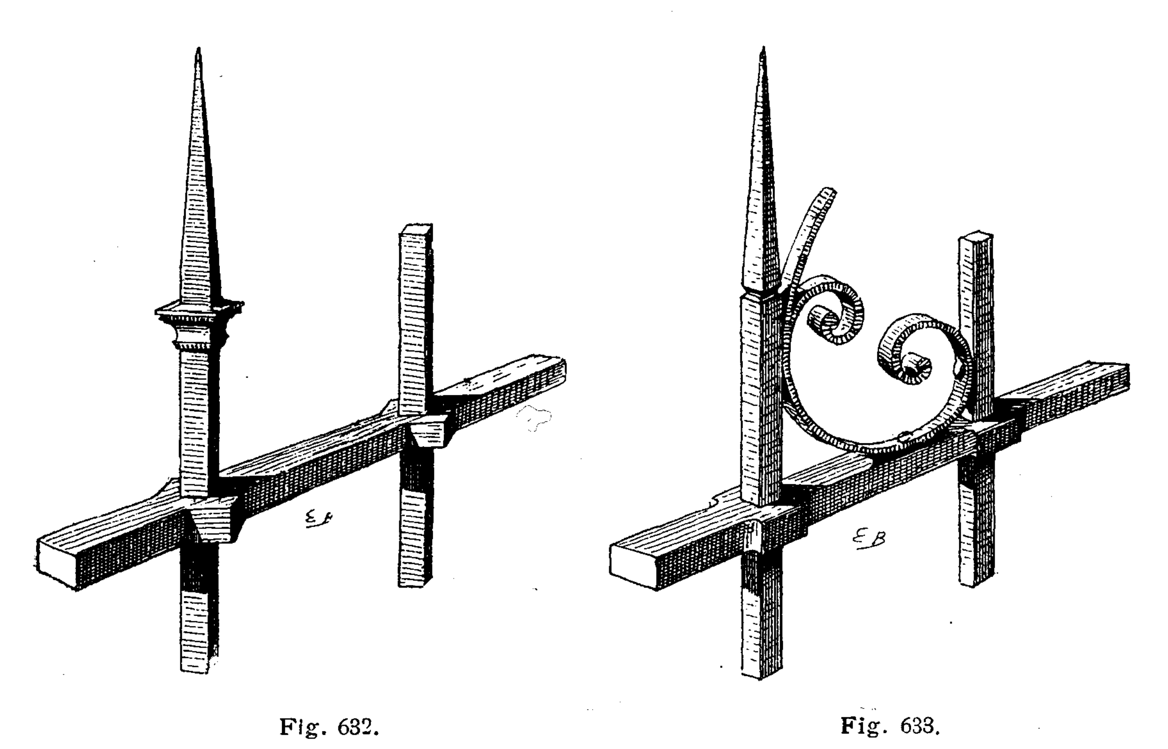


Fig. 632. Fig. 633.

igual al mayor saliente de la parte hinchada, y acepillándolas después según el perfil adoptado; los agujeros se practican entonces de la manera que hemos dicho para las traviesas llenas.

Las traviesas con boceles se emplean rara vez en las verjas fijas; sirven en las puertas de verja para dar indeformabilidad a la construcción y evitar la caída de escuadra.

Para obtener un bocel se recalca el hierro después de haberlo acodado; algunas veces también para obtener un doble bocel se sueldan uno o dos tochos y se da la forma indicada en las figuras 634 y 635.

Una vez obtenido el bocel se traza con el gramil una línea alrededor del extremo de éste y se rebaja el hierro con

el cincel en 1 mm., aproximadamente, para facilitar el estirado de la espiga; es una buena precaución poner el bocel sobre el montante con un baño de minio espeso o de cerusa.

Para obtener el apriete de la traviesa sobre el montante se abren los agujeros del pasador en éste y en la espiga de la

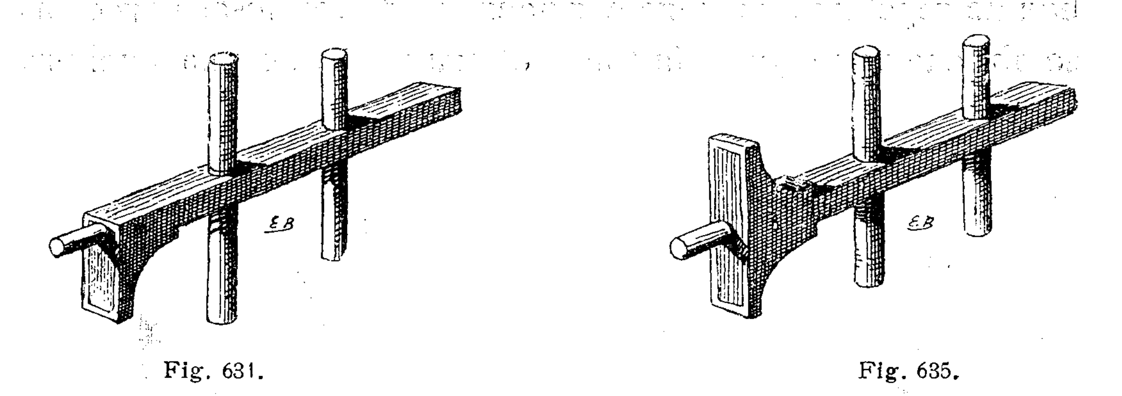


Fig. 631. Fig. 635.

traviesa con una pequeña diferencia de distancias, de manera que introducido el pasador forzado hace tiro sobre la espiga y aproxima la traviesa al montante.

En las puertas de verja se da a las traviesas con bocel una flecha aproximada de 4 mm. por metro; sin esta elevación la traviesa colocada horizontalmente tiende a flexar y toda la reja desciende.

MONTANTES SENCILLOS Y MONTANTES CON ARBOTANTE

Existen dos clases de montantes:

1.° Los montantes sencillos que subdividen los tramos de 3 m. en otros dos de 1,50 m.

2.° Los montantes con arbotante que se colocan cada 3 m. aproximadamente.

El montante sencillo es de hierro plano del mismo grueso que la traviesa, con una anchura superior a la de ésta en $^1/_4$. El montante va enrasado por arriba a la misma longitud que los barrotes más largos, o bien sube más alto que éstos cuando ha de ir guarnecido de un motivo con el fin de destacarlo.

En los puntos en que cruza con las traviesas lleva el montante un pasador enchavetado y provisto de agujeros para las chavetas de las traviesas que vendrán a ensamblarse por encima; este montante va empotrado en una profundidad de 0,25 m.

El montante de arbotante es semejante en todo, pero reforzado por un tornapunta o arbotante (fig. 636) que tiene

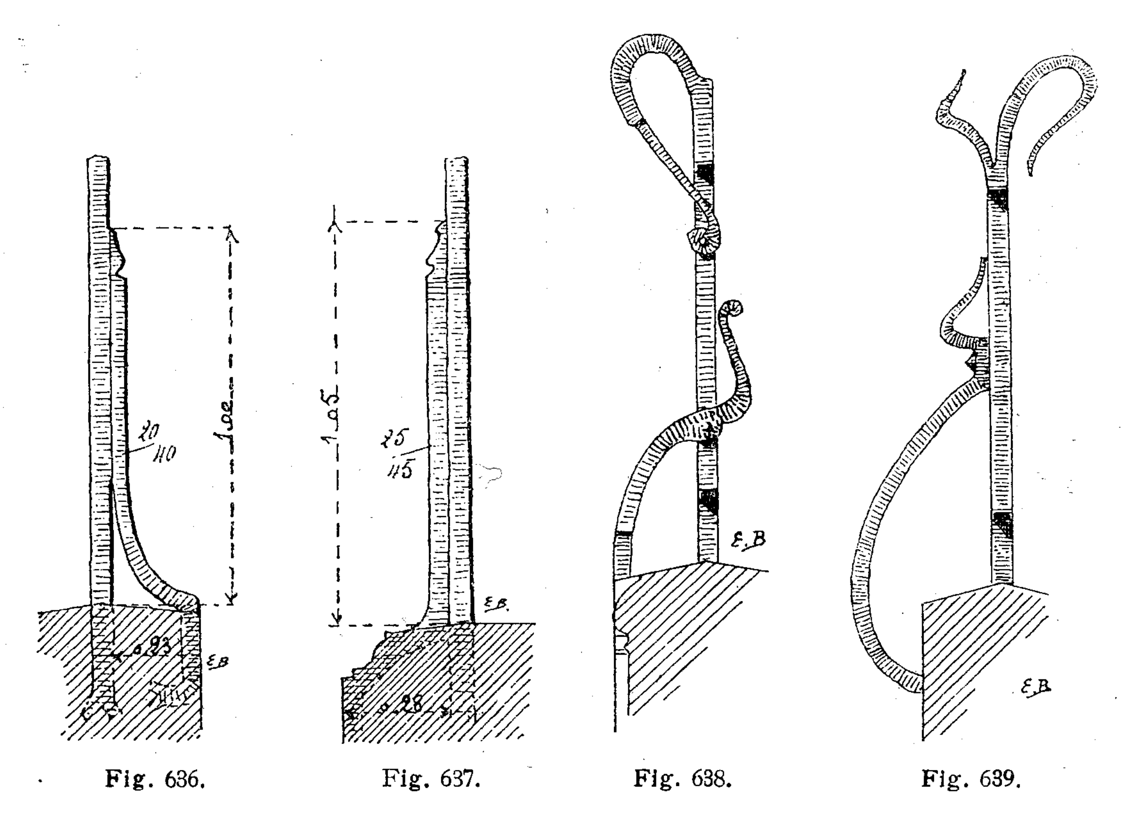


Fig. 636. Fig. 637. Fig. 638. Fig. 639.

el mismo grueso, y una anchura doble de dicho grueso; va acodado, entallado en el zócalo y doblado para empotrarse.

He aquí todavía dos ejemplos (figs. 638 y 639) de montantes con arbotante con cayado sencillo y cayado en horquilla.

Estos modelos, estudiados según el gusto de arte moderno, son a propósito para las verjas que encontraremos más adelante en las figuras 651, 652 y 653.

Algunas veces el zócalo está perfilado y el arbotante se adapta al perfil como está indicado en la figura 637.

Se hacen también contrafuertes o arbotantes decorados; damos de ellos dos croquis en las figuras 640 y 641.

Para los montantes de verjas con los que terminan los tramos y que llevan hojas se construyen grandes contrafuertes decorados; se hacen a menudo de hierro cuadrado, pero también de hierro plano y con diferentes espesores.

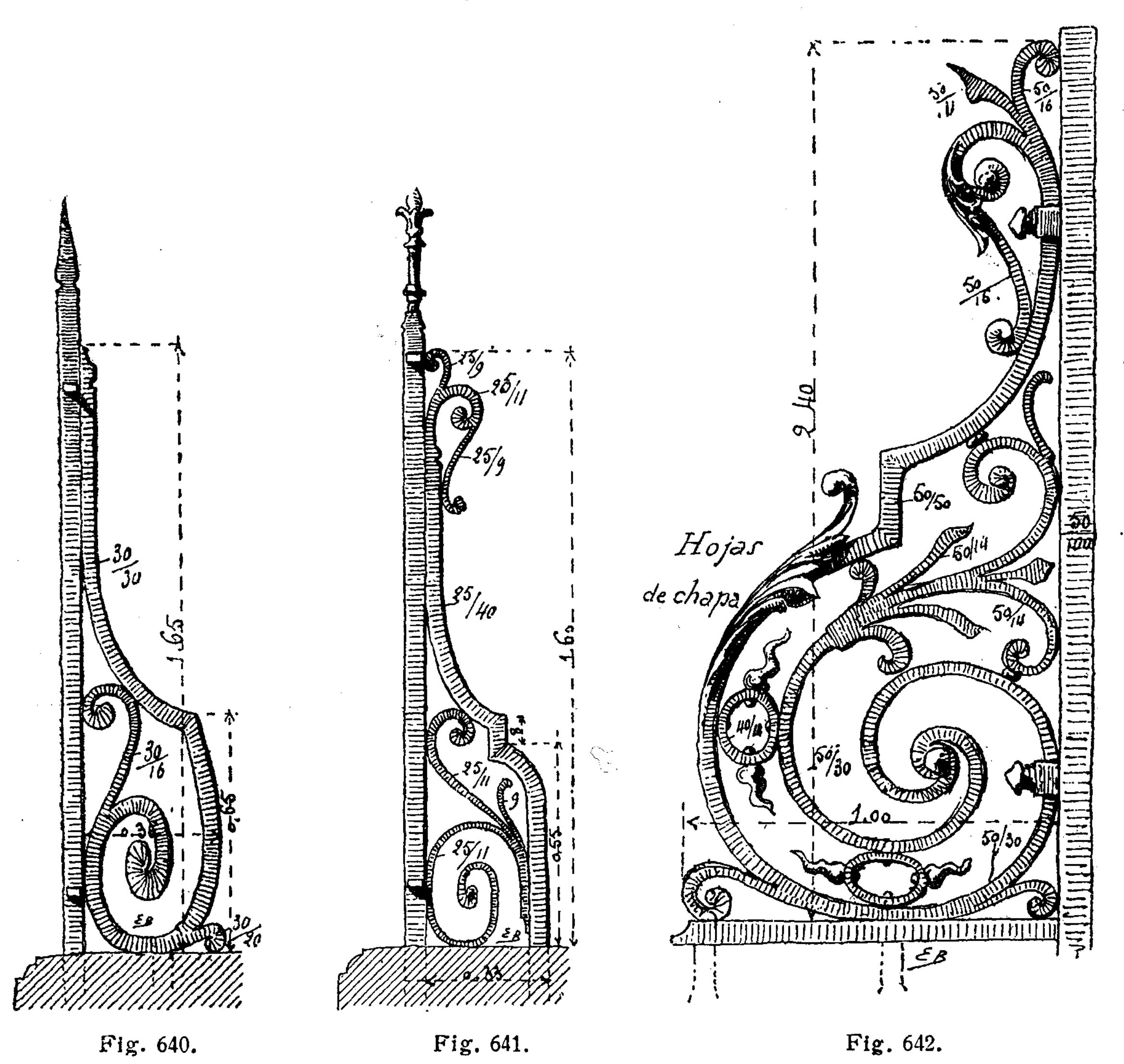


Fig. 640. Fig. 641. Fig. 642.

El arbotante que representamos en la figura 642 está compuesto de este modo y va además decorado con hojas de chapa repujada.

Pero todas estas formas, acodadas, redondeadas, o contraacodadas para ser decorativas, colocan el hierro en malas condiciones de trabajo que se efectúa algo a la manera de un muelle; es preferible, cuando se pueda, dar al arbotante una forma recta como un tornapunta con una decoración apropiada.

Empotramientos

Se da a los empotramientos cinco veces la mayor anchura del hierro; así, por ejemplo, un montante de 50×20 tendrá un empotramiento de $0{,}05 \times 5 = 0{,}25$ metros.

Los empotramientos se hacen con yeso, cemento, azufre, plomo o mástique de fundición.

El empotramiento con yeso se emplea para las extremidades de las traviesas.

Los montantes van ordinariamente empotrados con cemento.

El empotramiento con azufre es muy bueno; llena bien el agujero y oprime la pieza; el azufre se funde y se cuela cuando está líquido.

El plomo fundido disminuye de volumen al enfriarse; es, pues, necesario recalcarlo después de la colada para llenar bien todos los huecos; para ello se rodea el empotramiento que hay que hacer con un cordón de tierra, y se cuela el plomo hasta la parte alta; este exceso de plomo está destinado a compensar la pérdida debida al enfriamiento y al recalcado. El empotramiento con plomo es el mejor si la pieza empotrada ha de recibir choques o ha de soportar los efectos de una trepidación continua.

Cardos, erizos, alcachofas, etc.

Con estas diversas denominaciones se comprenden unas defensas u obstáculos destinados a separar dos propiedades a distinto nivel de una manera más completa que por el cercado solo, como se ve en la figura 643.

Esta obra, colocada en la parte alta de un muro, sirve para la terminación de un cercado de hierro; su construcción es de hierro cuadrado con traviesas de hierro plano.

Algunas veces se reduce la defensa a remachar o soldar en el último montante espinas sencillas (fig. 644), puntas muy agudas cogidas en hierro cuadrado de 0,014 m., y soldadas a la barra que se termina de plano para adaptarla al montante.

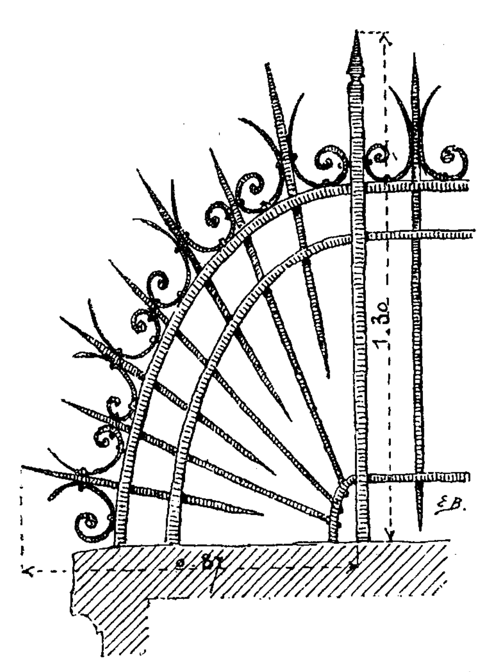


Fig. 643.

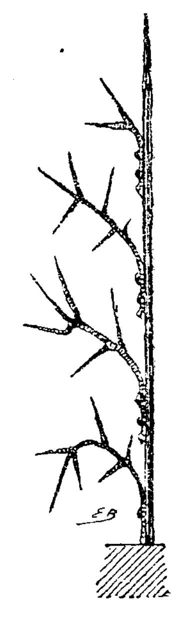


Fig. 644.

La figura 645 representa una defensa de hierro cuadrado que rebasa del límite del muro; se fija al montante como la precedente (figura 643).

En las rejas monumentales con pilastras de hierro que

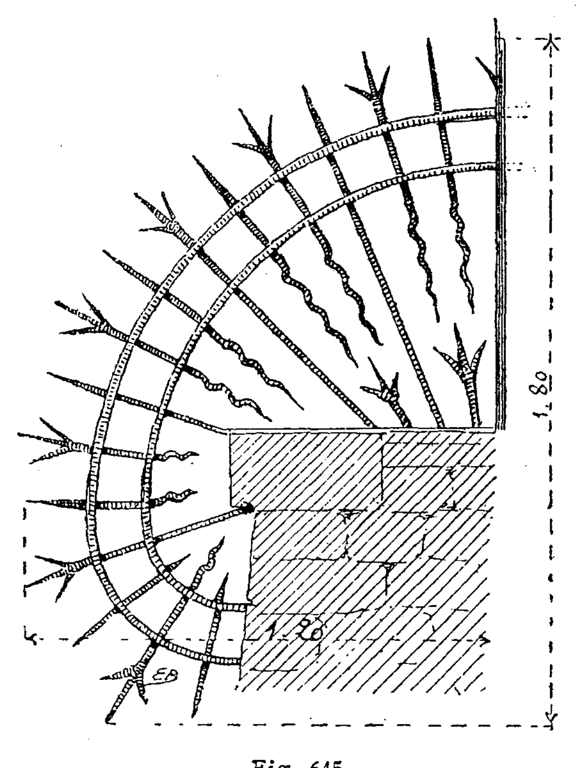


Fig. 645.

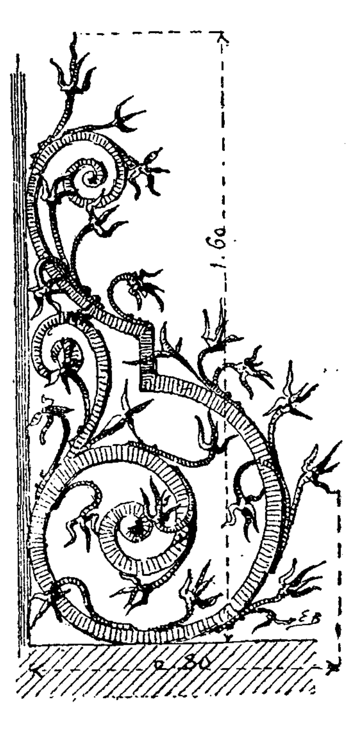


Fig. 646.

sirven de entrada a parques, la continuación del cercado está

hecha con un salto de lobo realzado algunas veces por una banqueta de mampostería.

El punto más fácil para la escalada se encuentra entonces cerca de la pilastra, donde el acceso está facilitado por

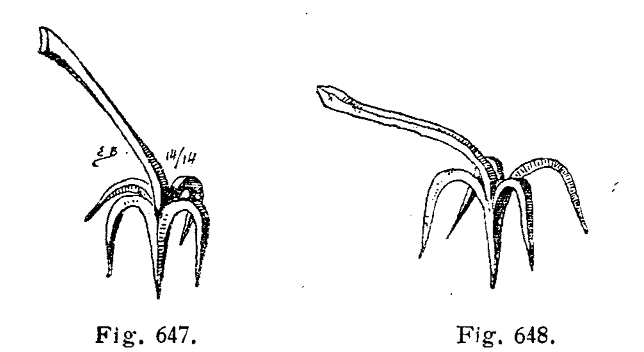


Fig. 647. Fig. 648.

la calzada que cierra la puerta. Se coloca en este punto débil un contrafuerte guarnecido de cardos, alcachofas (fig. 646), montados sobre barras cuadradas contorneadas muy caprichosamente en todos sentidos, y remachadas al nervio principal.

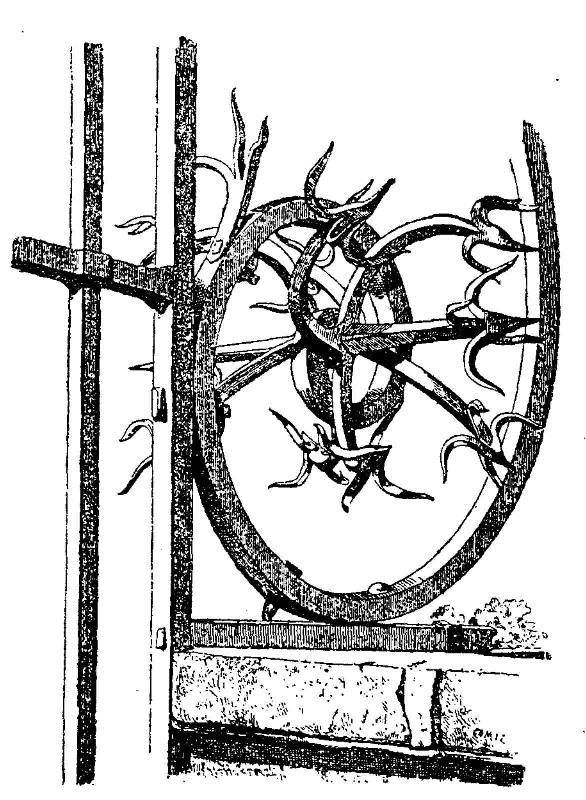


Fig. 649.

Las formas de cardos son muy variadas, las puntas van en todas direcciones; puede decirse que cuando el trabajo de forja ha sido bien comprendido por el forjador, es tanto más perfecto cuanto más tosco.

Damos de ellos dos croquis en las figuras 647 y 648; las puntas son de hierro de 0,014 × 0,014 m., soldadas a una barra de 0,014 a 0,016 m., y van encorvadas, nunca rectas.

La figura 649 representa un cardo de hierro forjado del siglo XVII, dispuesto en la extremidad de una gran consola de

hierro forjado. Va unido a la voluta de tal modo que puede girar alrededor de su eje horizontal, lo que hace todavía más difícil la escalada.

Anillos, palmetas, adornos de rejas

Los anillos sobre los barrotes se hacen de bronce, de fundición maleable, de fundición gris, y van enchavetados o simplemente sujetos sobre el barrote por una lengüeta; o también son detenidos por arriba y por abajo mediante pequeños pasadores; la mejor manera de fijar un anillo sobre un barrote es emplear una chaveta o un tornillo.

En un trabajo bien hecho es preciso engrasar el anillo por el interior, pintar el barrote, y una vez colocado aquél en su sitio calafatear la parte superior con cerusa, pudiendo así evitarse el inconveniente de la oxidación que produce orín y hace saltar a menudo los anillos.

Los anillos de zinc no se emplean más que en reparación cuando un anillo está rajado y roto y se le quiere reemplazar sin desmontar las rejas.

Se emplea para ello un molde de hierro, que es una especie de tenaza, en la cual se ha practicado en hueco la forma del anillo; se cuela el zinc por una abertura reservada para la colada, con lo cual queda hecho el anillo; se retira el molde y se quitan las rebabas.

Ces, eses, adornos

Las ces, las eses, cuyos nombres indican suficientemente su forma, son empleadas corrientemente en la ornamentación de las verjas; son hierros planos arrollados sobre falsos rodillos, especie de moldes sobre los que se aplica el hierro para hacerle tomar sus contornos.

Los hierros empleados para la construcción de las ces son los siguientes: para las verjas de hierro redondo el espe-

sor es igual a $^1/_3$ del diámetro del barrote, y su anchura $^4/_5$ del mismo diámetro.

Para el hierro cuadrado el grueso de la ce tiene, aproximadamente, $^1/_3$ de la anchura del barrote, y su anchura es igual a la del mismo barrote.

Esto que hemos dicho se aplica a la verja de fabricación corriente, porque en el estudio de un trabajo se pueden emplear hierros completamente diferentes según la parte de conjunto y las condiciones que hayan sido impuestas.

Además de estas formas en C y en S, se hacen arrollamientos muy variados, como veremos más adelante.

Palmetas

No siempre se terminan los barrotes con puntas; se emplean también las palmetas estampadas, especie de pequeños florones que se obtienen recalcando el hierro y moldeándolo en caliente y al martillo en una matriz de acero que tiene en hueco la forma que se quiere obtener.

Composición de las verjas

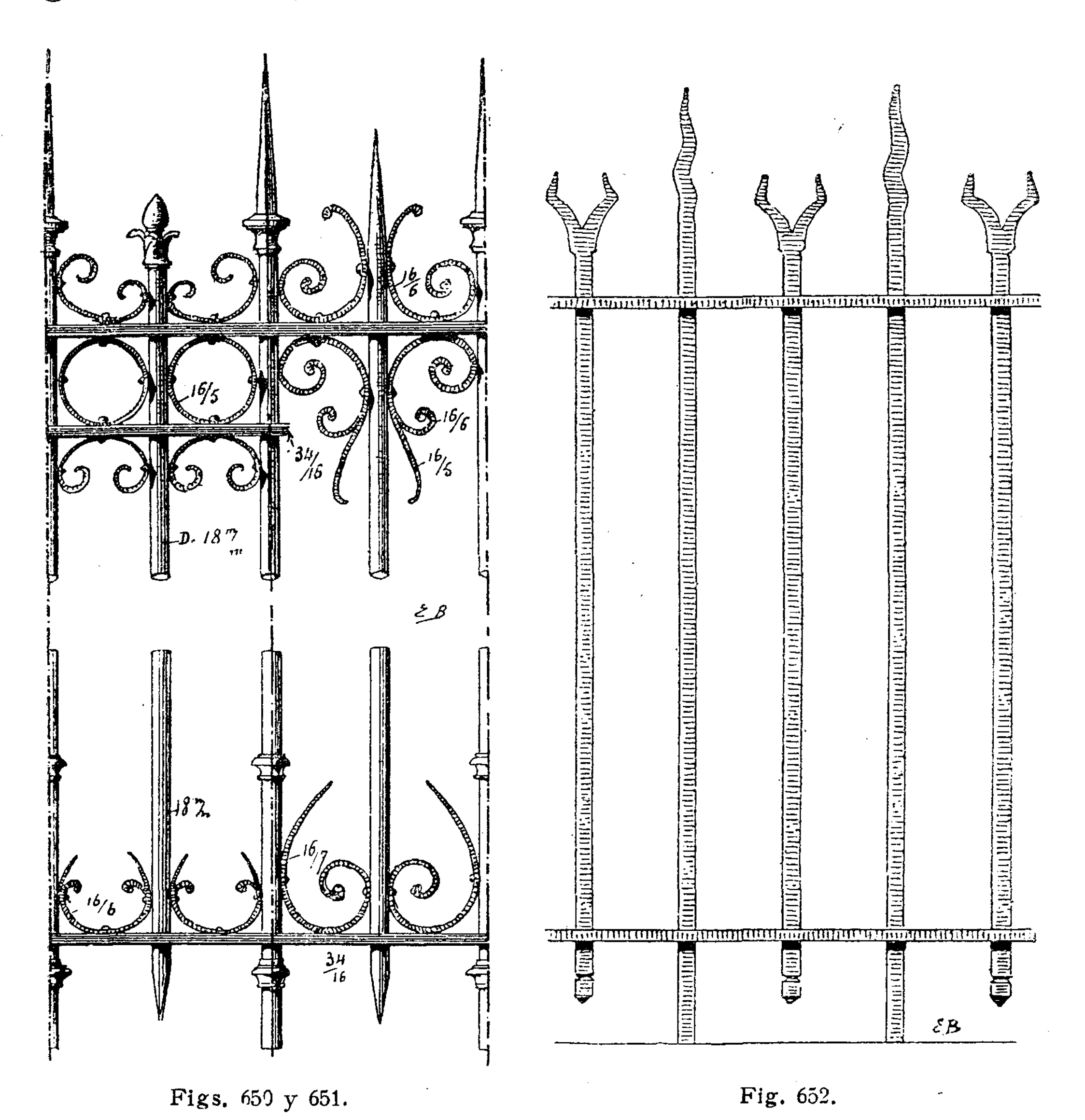
El problema para el constructor es formar un cercado despejado que no presente espacios libres superiores a 0,13 m. aproximadamente; para ello tiene a su disposición los elementos ya descritos: barrotes, traviesas, montantes, ces y volutas.

Por lo pronto, fijándonos en la verja ordinaria vemos que el cercado propiamente dicho está obtenido por barrotes, traviesas y montantes.

Suponiendo los barrotes de hierro redondo tendremos como recurso de ornamentación: anillos, puntas, remates, ces, etc. (figs. 650 y 651); la posibilidad de aumentar el número de traviesas, como en la figura 650, permite formar un friso que se puede guarnecer con círculos; el empleo de remates

alternados con las puntas con anillos, y, en fin, las ces que guarnecen los espacios entre anillos.

La verja de hierro cuadrado ofrece más recursos. Las figuras 652, 653 y 654 pueden tener montantes con arbotantes



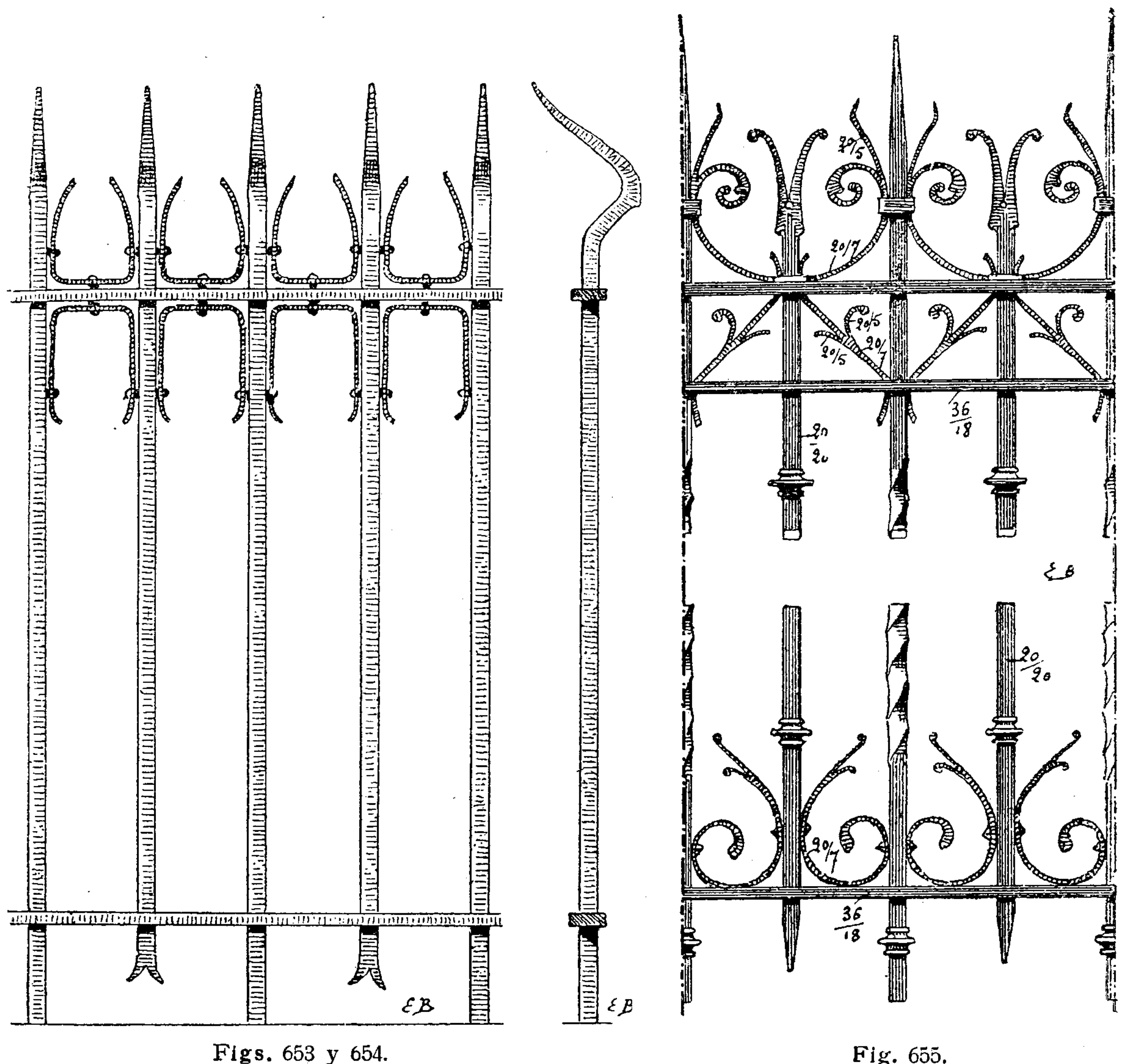
Figs. 650 y 651. Fig. 652.

del género de los indicados en las figuras 638 y 639. Estas verjas se hacen de hierro cuadrado con motivos de relleno o sin ellos. Para el modo de construcción véanse las figuras 632 y 633, pero teniendo en cuenta que no hay orificios ensanchados.

Como indica la figura 655, además de las puntas, los barrotes pueden ser hendidos alternados, rectos y retorcidos, con anillos o sin ellos; pueden llevar palmetas (fig. 656), o

estar guarnecidos de un ancho friso como en la figura 657, cuyas volutas son variadas lo mismo que en las demás figuras para presentar mayor número de ejemplos.

Las volutas de hierro plano con parte recta alargada que acompaña los barrotes de los que está aislada por bolos, es



Figs. 653 y 654.

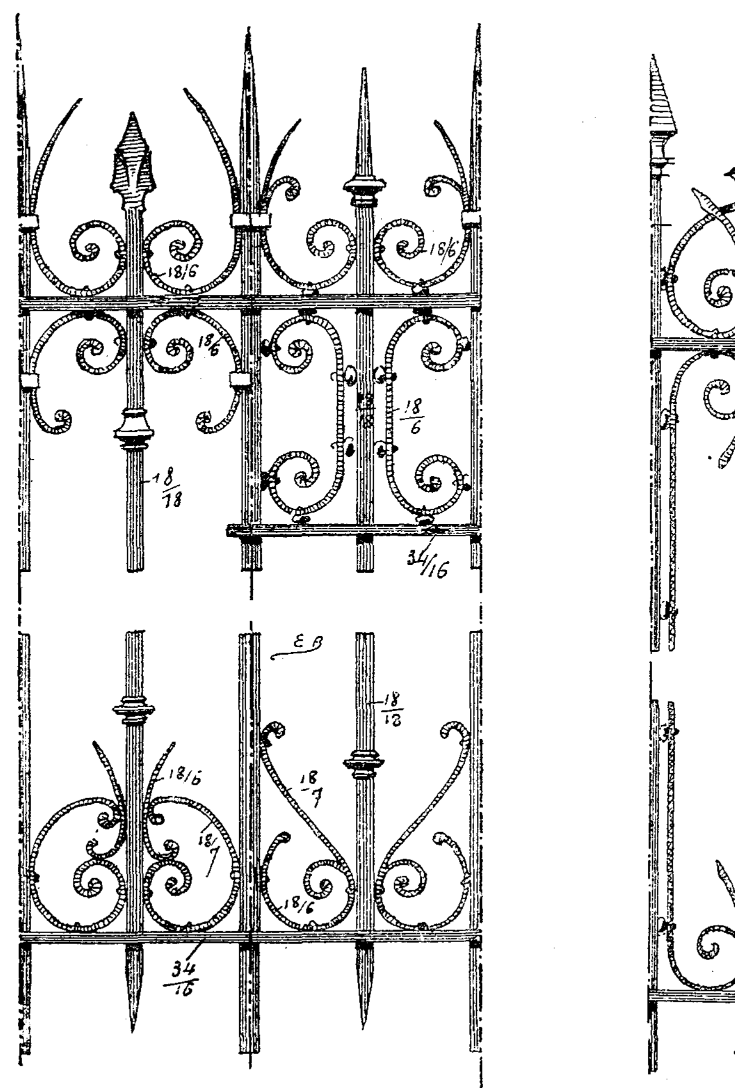
Fig. 655.

un medio que se puede emplear en pequeñas puertas o verjas cuando la división en una longitud restringida da mucha o muy poca separación para las barras (fig. 658 y 659).

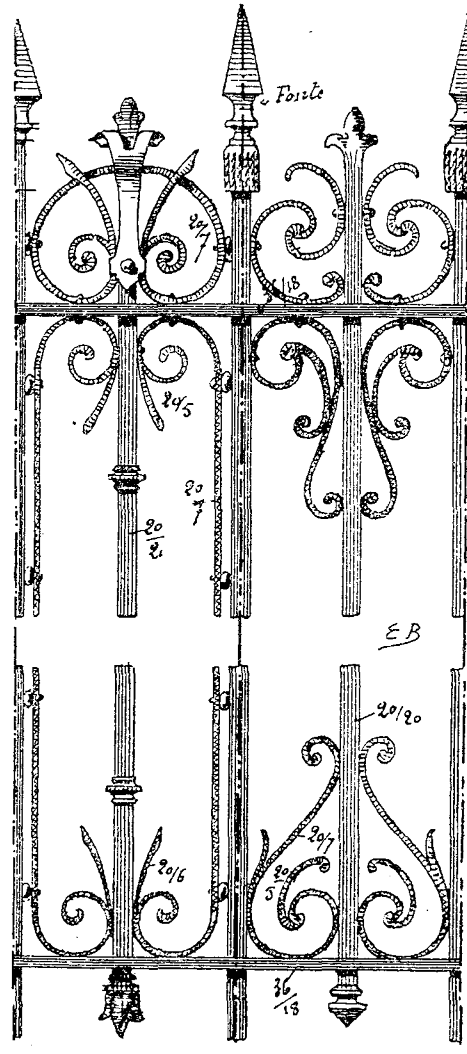
La adición al barrote de motivos de chapa, recortada y arrollada, es un recurso precioso; las lanzas de fundición que pueden estudiarse especialmente, si las del comercio no satisfacen las condiciones exigidas, van montadas sobre el barrote,

cuya extremidad inferior puede ir guarnecida de una terminación o de un remate colgante.

También puede sacarse buen partido de la chapa recortada o punzonada para formar los frisos (fig. 660), del estampado de palmetas, de los agujeros ensanchados, etc.



Figs. 656 y 657.



Figs. 658 y 659.

Pueden también interrumpirse los barrotes y recibirlos en un círculo, como se indica, o por cualquier otro medio; los agujeros ensanchados en los adornos permiten a los barrotes atravesarlos (figs. 661 y 662). Los frisos de chapa pueden también estar guarnecidos de rosetas, tablas salientes u otros motivos; el recortado puede afectar las formas más diversas.

Estos pocos croquis, en los cuales hemos tratado de reunir el mayor número posible de motivos diferentes, no han sido compuestos más que para servir de punto de partida al

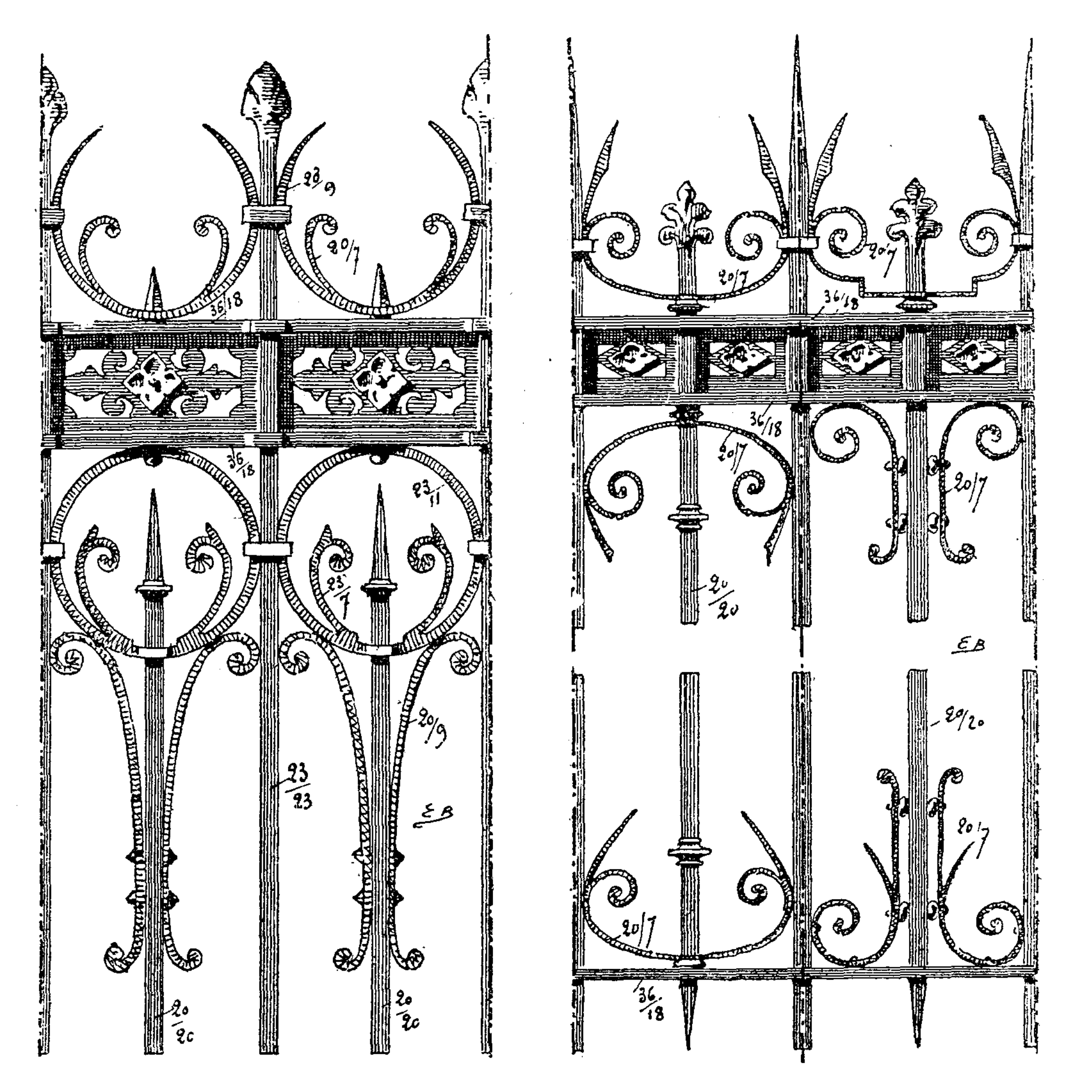


Fig. 660. Figs. 661 y 662.

estudio especial que exige siempre un hermoso trabajo, y que no hace más que ganar al tomar su carácter propio del que lo compone o del que lo ejecuta.

Elementos de las verjas móviles (puertas de reja)

Nos ocuparemos en primer lugar de los elementos fijos de la puerta, es decir, de aquellos que la sostienen, la detienen, etc.

Montantes-pilastras y pilastras

Los montantes-pilastras son fuertes hierros planos unidos a las verjas fijas por las traviesas y armados de contrafuertes.

Las pilastras propiamente dichas están compuestas de dos hierros reunidos entre sí por un relleno, como indicamos más adelante en los conjuntos de puertas de reja, y coronados, bien sea por un motivo forjado, bien por un capitel de fundición liso o decorado; los dos montantes de la pilastra van reforzados por un arbotante.

Se hacen también pilastras cuadradas compuestas de cuatro hierros reunidos entre sí por traviesas, volutas, etc., como antes.

La verja, en este caso, puede ser colocada en el eje de un montante, pero, generalmente, va fija sobre las traviesas en el centro de los hierros que forman los ángulos; el capitel de esta pilastra es cuadrado y va coronado con un motivo forjado.

Se emplean también pilastras de fundición; tienen la forma de columnas, haces, etc.

Ranguas

Las ranguas de las puertas de verja son de dos clases: de fundición si se trata de una puerta colocada entre dos pilares de piedra o de mampostería, y de hierro remachado al montante si la pilastra que sostiene la puerta es de hierro; daremos las figuras más adelante, cuando tratemos de las zapatas.

Topes

El tope es una pieza de hierro y algunas veces de fundición, contra la cual viene a tropezar la parte inferior de las

hojas de la puerta; sirve como detención y cerradero y lleva practicado en su interior un agujero para recibir el cerrojo

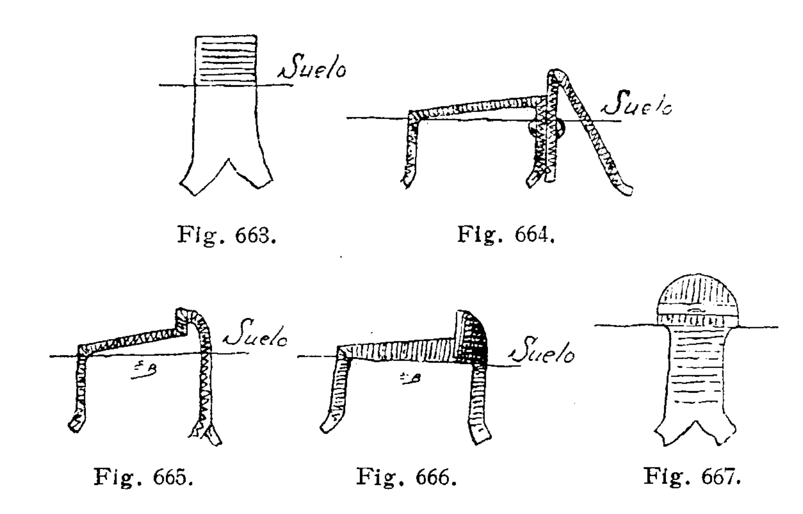


Fig. 663. Fig. 664.

Fig. 665. Fig. 666. Fig. 667.

o la cremona; presentamos algunos tipos de ellos en las figuras 663 a 667.

El tope va siempre empotrado en una piedra colocada en el suelo o en un umbral.

Montantes de quicial y batientes

Los montantes de quicial son los hierros, ordinariamente cuadrados, que forman la parte exterior de la construcción de las puertas de verja; van terminados por arriba de una manera cualquiera, una bola, un báculo o una sencilla punta de diamante; a la altura de los collares van redondeados para recibir éstos y poder girar; terminan en su parte inferior por un talón que recibe el nombre de zapata.

Los montantes batientes, siempre de hierro plano, son los que vienen a reunirse en el centro cuando las dos hojas están cerradas; una de ellas, llamada hoja durmiente, lleva el batiente propiamente dicho de hierro plano que sirve de encaje.

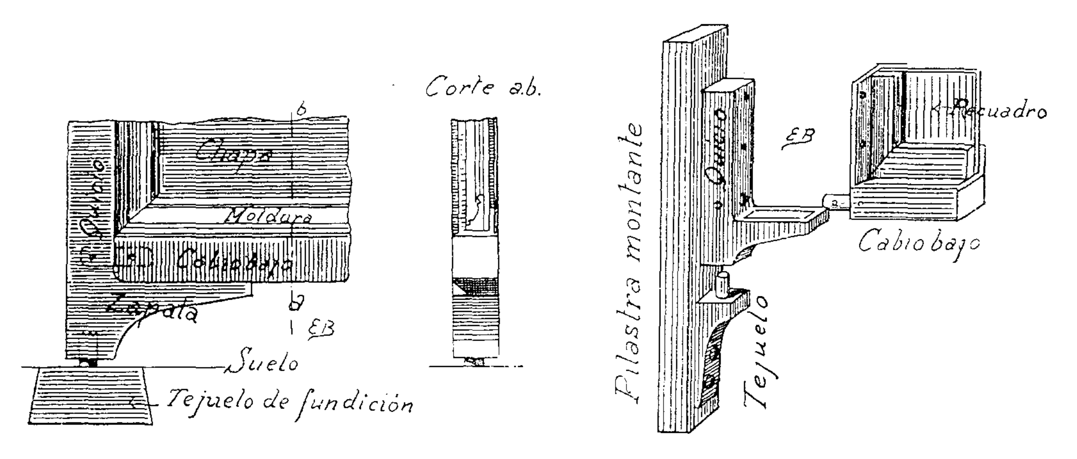
Cabio bajo

Se llama cabio bajo a la traviesa inferior de la puerta; viene a unirse al montante de quicial por un pasador y se

apoya sobre la zapata; en la otra extremidad soporta el montante batiente; esta pieza es siempre de hierro cuadrado.

Zapatas

Hemos dicho que la zapata formaba la extremidad inferior del montante de quicial (figs. 668 y 669); lleva un agujero



Figs. 668 y 669. Fig. 670.

en el fondo, en el cual se coloca una arandela de acero, y en el que penetra el gorrón que lleva la quicionera o tejuelo; la perspectiva de la figura 670 indica el detalle así como el ensamble del cabio bajo.

Cuando la puerta lleva pernios o bisa-

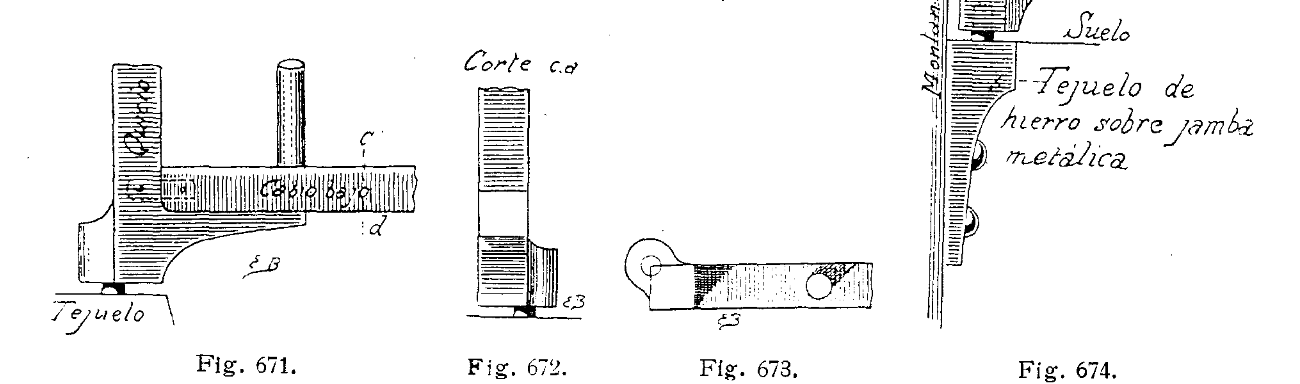


Fig. 671. Fig. 672. Fig. 673. Fig. 674.

gras se emplea la zapata prolongada, de manera que el eje de rotación de la parte inferior quede a plomo con los pernios (figs. 671, 672 y 673).

La zapata puede también suprimirse y ser reemplazada por un doble bocel en el cabio bajo (fig. 674).

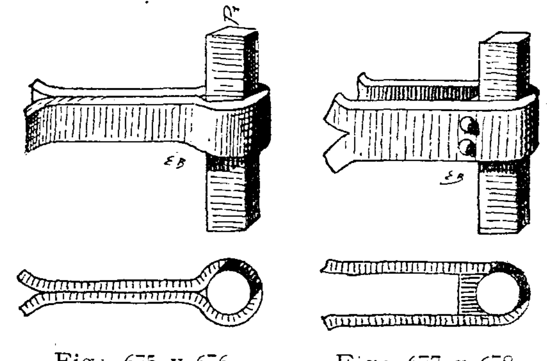
PEINAZOS

Los peinazos de las puertas de verja son lo mismo que las traviesas de las verjas fijas; rogamos, pues, al lector que se refiera a las figuras 630 a 635.

COLLARES

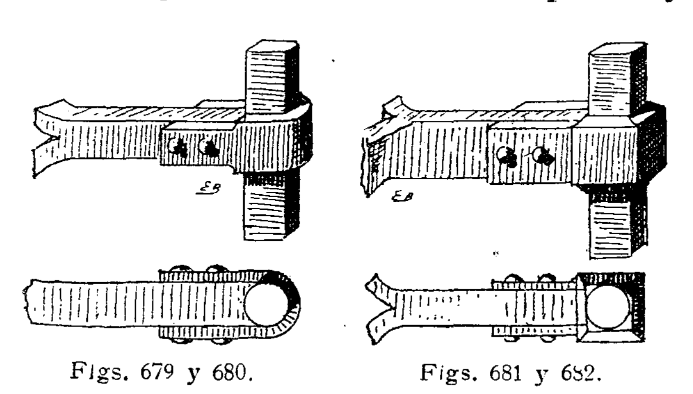
El collar es el herraje que sostiene el montante de quicial y permite su giro. El collar es de empotramiento o va fijo a un montante-pilastra.

El collar más sencillo, de empotramiento, está hecho con hierro media caña o con pletina (figs. 675 y 676); se cierra en caliente sobre el sitio que debe ocupar en el quicial.



Figs. 675 y 676. Figs. 677 y 678.

Otra disposición representada en las figuras 677 y 678 es un hierro plano arrollado sobre la parte redondeada del quicial y reforzado por detrás con un forro; las extremidades van abiertas formando colas.



Figs. 679 y 680. Figs. 681 y 682.

Se hacen también collares montados sobre empotramiento cuadrado (figuras 679 y 680); este sistema no presenta ninguna ventaja sobre los precedentes más que la de poder desmontar la reja sin deshacer el empotramiento; basta quitar los

dos pasadores de cada collar para poder levantar la hoja.

El mismo se hace con chaflanes (figs. 681 y 682) y collar realzado; en estos dos últimos collares la pieza intermedia o empotramiento propiamente dicho es la única que va empotrada.

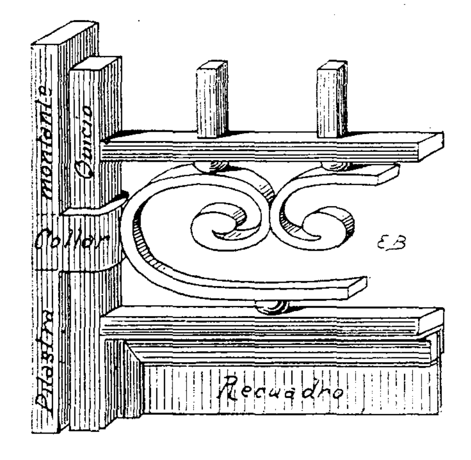


Fig. 683.

Los collares sobre montantes-pilastras son más cortos; vienen a unirse sobre dos entalladuras practicadas en el montante (figura 683).

Los collares se colocan:

1.° Debajo del cabio alto o entre los dos cabios altos si aquél es doble.

2.° Debajo del peinazo que está inmediatamente encima del panel de chapa o entre peinazos, como se indica en nuestro último croquis.

Regla general: hay que colocar los collares lo más cerca posible de los puntos en que se efectúa una tracción sobre el quicial.

Collares con cojinetes de bronce

Se obtiene una gran suavidad en el funcionamiento de las rejas móviles forrando los collares ordinarios con un cojinete de bronce como si se tratase de una pieza mecánica; ya sabemos que esto no se aplica corrientemente a las rejas ordinarias, pero creemos que debiera adoptarse siempre al hacer un trabajo cuidadoso.

El cojinete va en dos piezas y lleva un orificio para el engrase; va colocado sobre la reja y rodeado por el collar de hierro, al cual se fija por tornillos.

Capiteles de pilastras

Los capiteles de pilastras, de los que encontraremos varios tipos en nuestros conjuntos de cancelas, se hacen de

fundición de 1 cm. de grueso aproximadamente; la figura 684 da un corte y un alzado; pueden ser rectangulares o cuadrados; son huecos y abiertos por debajo; su posición sobre la última traviesa está detenida por un tope R situado en el interior y que viene de fundición.

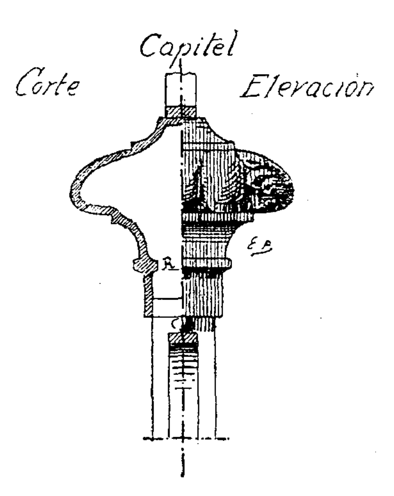


Fig. 684.

El capitel se fija sobre una pilastra por medio de pernos que agarran por encima, aprietan algunas veces el motivo de hierro forjado y van atornillados bajo la traviesa de descanso.

El modelo del capitel se hace de madera; se tiene en cuenta la contracción lo mismo que hemos dicho para los modelos de columnas, el macho se obtiene con una chapa de terrajar, es decir, una especie de plantilla que sirve para formar el macho de la misma manera que se hace una moldura en yeso.

Si el capitel es decorado se aplican sobre el modelo de madera los adornos de yeso u otra pasta cualquiera.

GUARDARRUEDAS

Los guardarruedas eran antiguamente, y aun lo son hoy día a menudo, unos topes de piedra dura, generalmente de granito, colocados a cada lado de las puertas para impedir que las ruedas de los carruajes deterioren las jambas; después se han construído de hierro o de fundición; en los arsenales y otros establecimientos militares se han empleado cañones viejos; en las fábricas de gas, retortas de fundición fuera de servicio.

Todos estos medios satisfacen su objeto, que es alejar los carruajes de manera que no causen ningún deterioro.

Los guardarruedas de fundición son a menudo unas bolas; se encuentran también en el comercio diferentes mode-

los imitando el hierro forjado, por lo menos en cuanto al aspecto del conjunto.

Se construyen también de fundición guardarruedas giratorios; generalmente, consisten en un cono montado sobre un eje sólido empotrado por su pie y por su cabeza; el guardarruedas giratorio evita el choque y despide la rueda, siendo ésta una buena disposición.

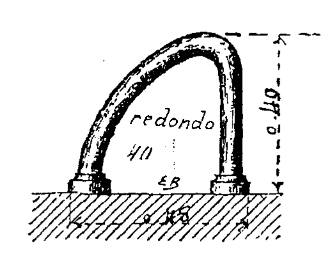


Fig. 685.

Para los guardarruedas de hierro lo más sencillo es un hierro redondo o cuadrado robusto (0,045 a 0,050 m.) empotrado en el suelo y en la jamba de mampostería, o ensamblado si se trata de un montante de hierro; puede ser de hierro redondo curvado con dos empotramientos (fig. 685) o de hierro cuadrado y achaflanado (fig. 686); achaflanado y forjado con relleno y muletilla como indica la figura 687.

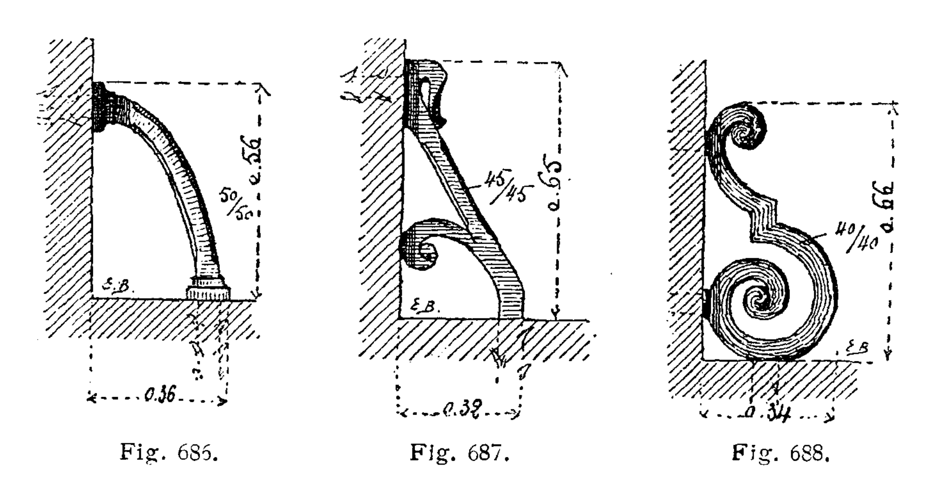


Fig. 686. Fig. 687. Fig. 688.

La forma de consola con codos es más costosa y menos apropiada a su destino (fig. 688); la de la figura 689 va ensamblada sobre un montante de hierro por una patilla forjada; su forma es buena y susceptible de una decoración sobria, chaflanes y entalladuras por ejemplo.

En los puntos en que los carruajes deben dar la vuelta se emplean también guardarruedas con tres brazos y tres empotramientos (figs. 690 y 691); se construyen de hierro redondo o de hierro cuadrado.

Como se ve en los diferentes dibujos que presentamos, se pueden guarnecer los guardarruedas con basas de fundición

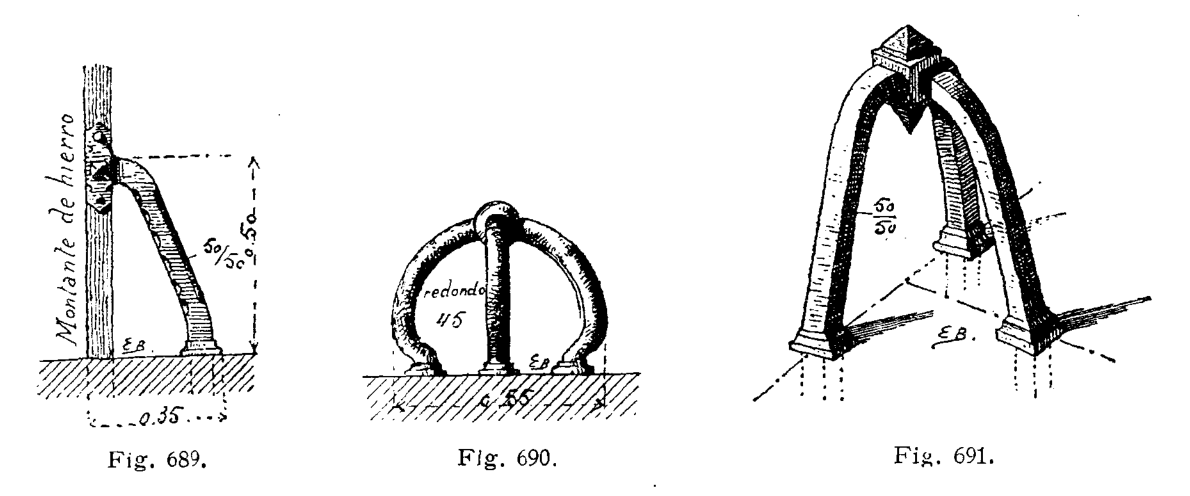


Fig. 689. Fig. 690. Fig. 691.

o de hierro forjado y rellenarlos con volutas si la construcción a la que se aplican se acomoda a ello.

Cancelas y rejas

Las puertas de verja son de tres clases:

1.° Los postigos o pequeñas puertas de una hoja colocados en la verja fija, en un muro, o, finalmente, en una hoja de puerta mayor;

2.° Las puertas de verja con dos hojas entre pilares de mampostería o pilastras de hierro;

3.° Las puertas de chapa, que incluímos en este capítulo aunque no son rejas.

Postigos

El postigo tiene de ordinario 90 cm. de ancho y 2,20 a 2,30 m. de alto, es decir, que viene a abatir sobre la traviesa superior de la verja a la que se adapta generalmente, y de la cual toma su clase de ornamentación. Si existe un zócalo de mampostería, el postigo va guarnecido en su parte inferior de un panel de chapa que juega con el murete; va provisto de pernios o montado con collares sobre el montante de la manera que hemos dicho y se cierra con una cerradura.

Cuando va colocado en mampostería puede estar construído como una reja o de chapa llena, con paneles de chapa o sin ellos por la parte baja si está hecho con barrotes; los collares son de empotramiento y se cierra asimismo por una cerradura.

El postigo en una hoja de otra puerta de verja es casi siempre un trabajo malo; debilita la hoja, porque la corta y la fatiga con su peso y con su funcionamiento.

De ordinario se quiere disimular el postigo, y para ello se desdoblan los cabios alto y bajo, sobre los cuales debe abrirse; después se articulan los peinazos intermedios por nudos de compás; también ocurre siempre que las hojas así cortadas se caen de escuadra, que el postigo no puede ya abrirse o si está abierto no puede cerrarse.

Aconsejamos, por lo tanto, evitar, siempre que sea posible, colocar un postigo en una reja móvil, y si no hay más remedio hacerlo de la siguiente manera:

Construir las rejas sólidamente sin disminuir en nada los gruesos de los hierros; formar un marco sólido, asegurarlo fuertemente en los puntos en que vaya a colocarse el postigo bien aparente y repetir el mismo aspecto con simetría en la otra hoja.

Puertas de verja de dos hojas

Las puertas destinadas a pasos de carruajes tienen 2,25 m. de ancho como mínimo.

El primer ejemplo (fig. 692) puede estar hecho de hierro redondo o cuadrado; esta puerta va colocada entre dos pilastras de hierro, sobre las cuales va montada con collares.

En el caso en que se suprima el panel de chapa del zócalo se colocarán unos tornapuntas que mantengan la escuadra de las hojas de la puerta, fijados diagonalmente en el ángulo superior del collar y en el ángulo inferior cerca del montante batiente.

Estas puertas llevan un cerrojo sobre la hoja durmiente,

o sea la segunda en abrirse, y una cremona de llave sobre la otra hoja.

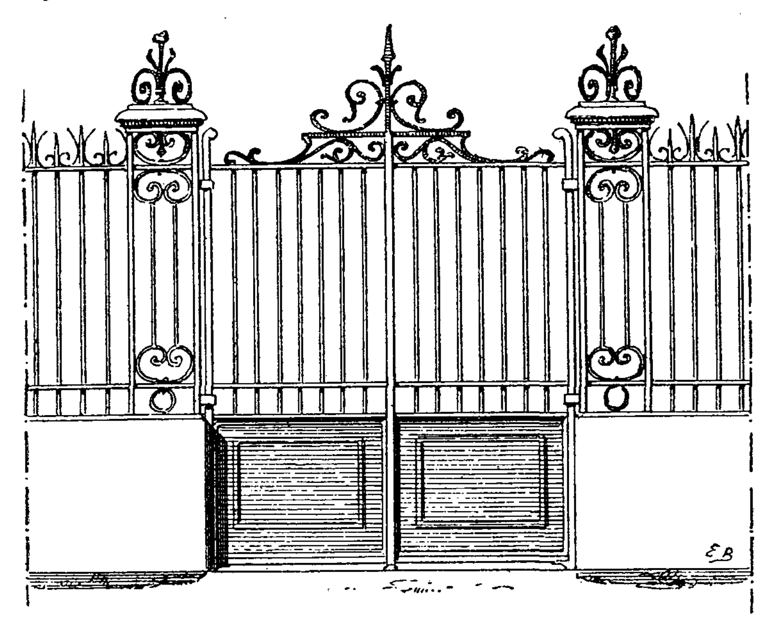


Fig. 692.

El batiente de hierro plano va acodado en su parte supe-

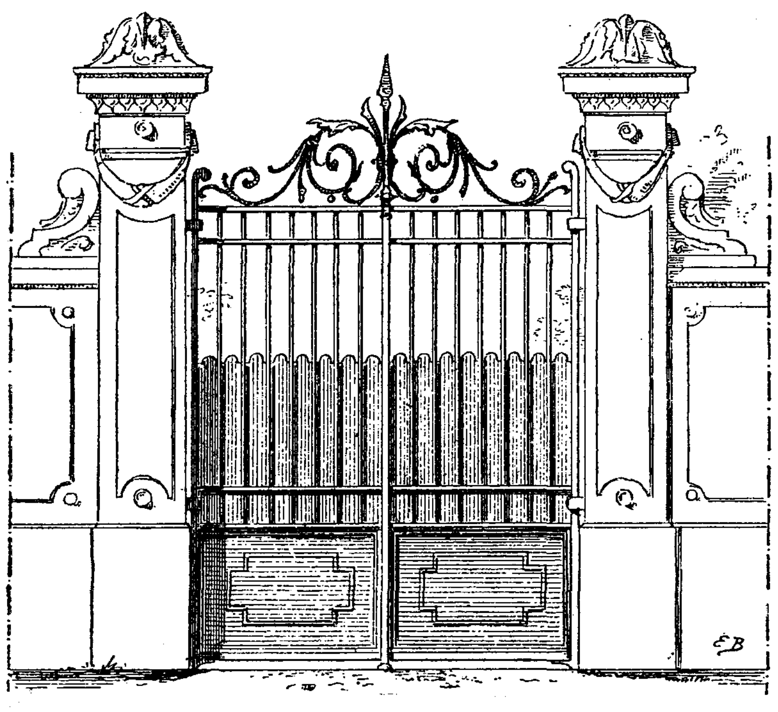


Fig. 693.

rior y provisto de un agujero, en el cual penetra la cremona al mismo tiempo que en el agujero del tope.

La figura 693, que representa una puerta entre pilastras

de piedra, es más rica y va guarnecida por otras hojas de chapa hasta la altura de un hombre; puede estar, lo mismo que la anterior, construída de hierro redondo o cuadrado.

En estas puertas el frontón va colocado la mitad sobre cada hoja y no hay que preocuparse de la altura, pero no ocurre lo mismo con las rejas de dintel fijo, es decir, cuyas

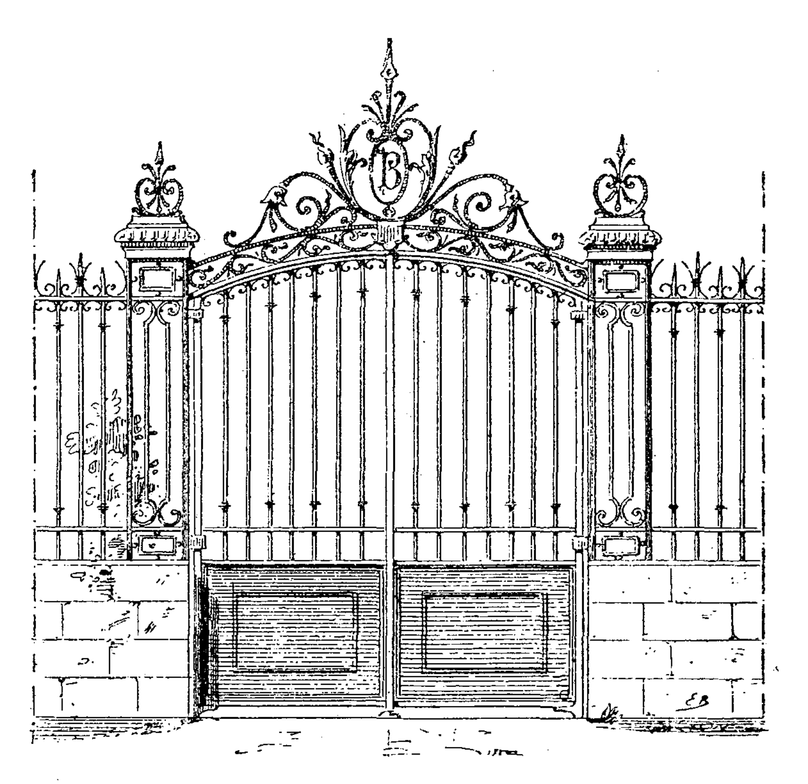


Fig. 694.

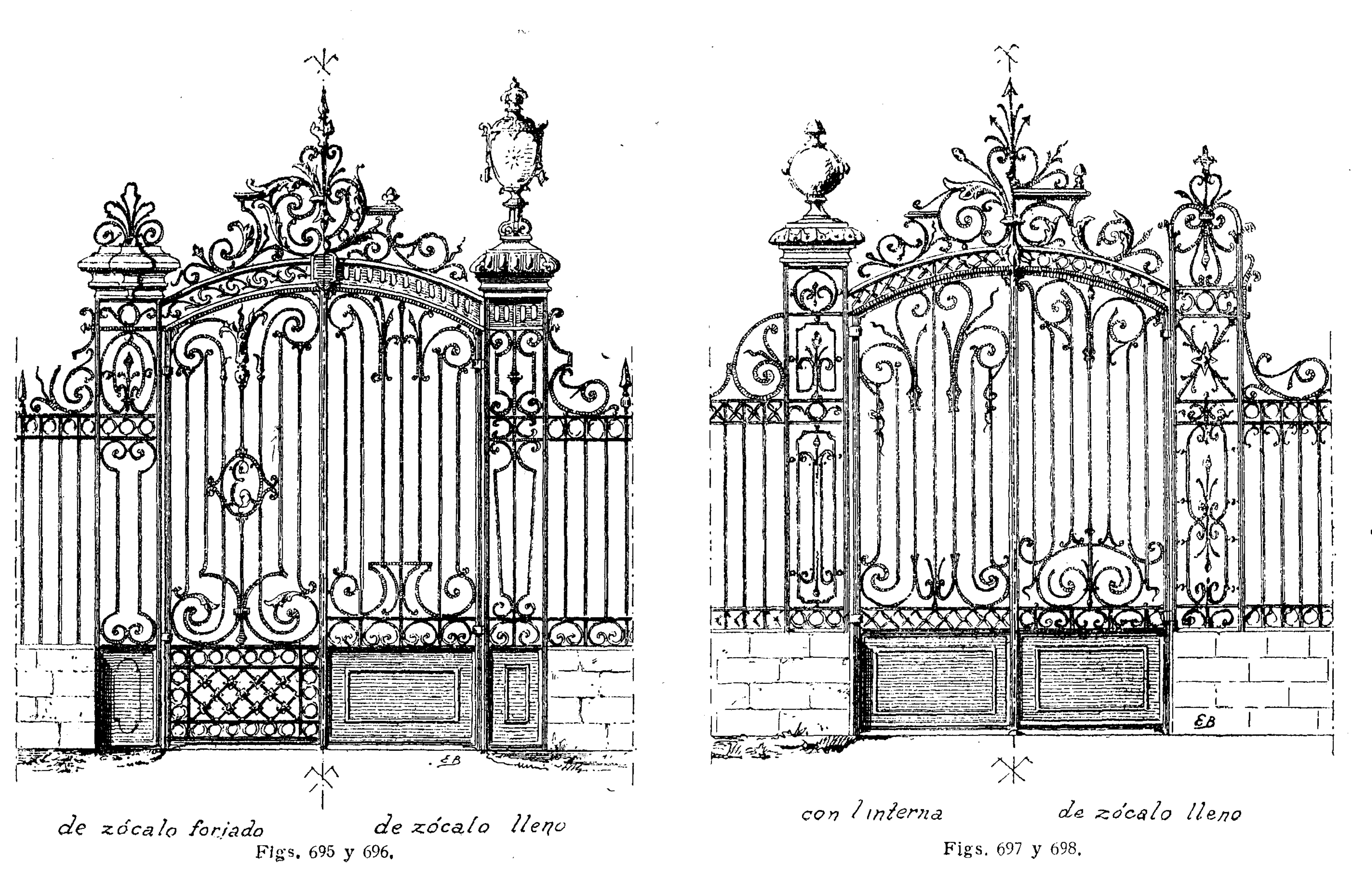
pilastras están reunidas por una especie de traviesa recta o arqueada que las arriostra.

Esta disposición es excelente y permite hacer las pilastras relativamente ligeras; pero repetimos que es necesario poder pasar por debajo (fig. 694).

Conviene, por lo tanto, preocuparse de la altura de los carruajes que hayan de pasar por la puerta.

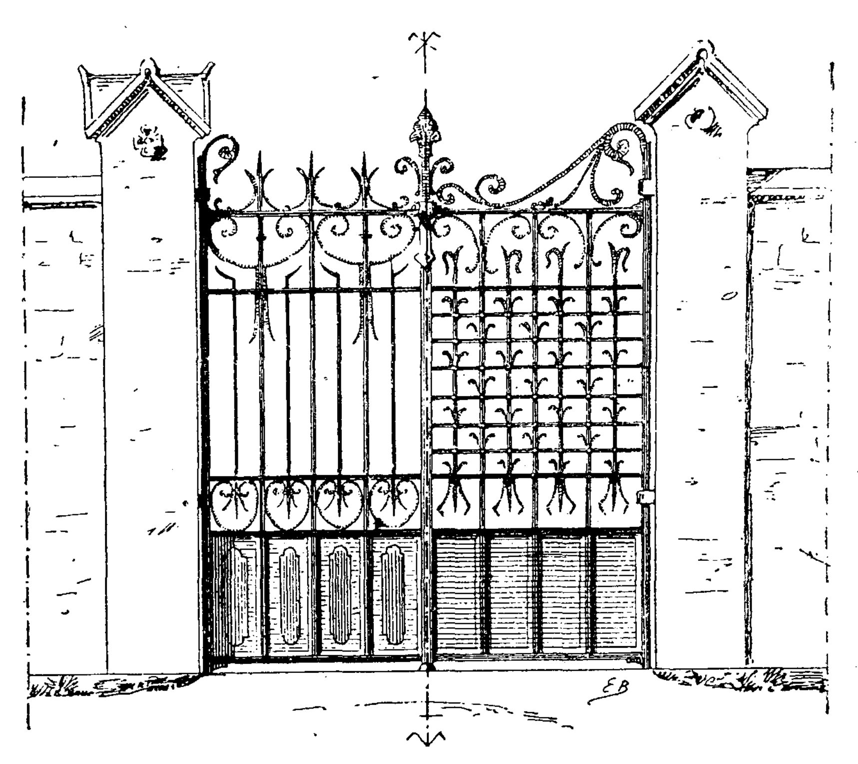
La altura mínima libre, que es la única que podemos fijar aquí, es de 3,10 m., que permite el paso de un carruaje, cupé, faetón o landó ordinarios, con el cochero en el pescante.

Las puertas ricas se hacen de hierro cuadrado con arrollamientos y entrelazados de los barrotes (figs. 695 y 696) con

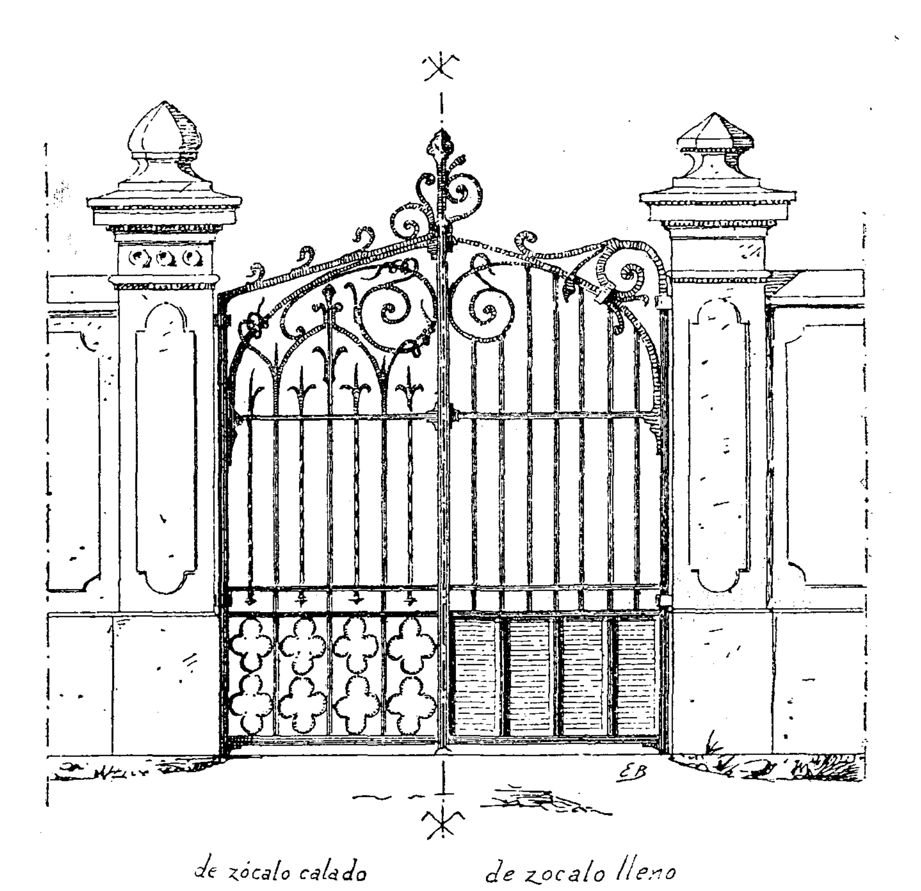


Figs. 695 y 696.

Figs. 697 y 698.



Figs. 699 y 700.



Figs. 701 y 702.

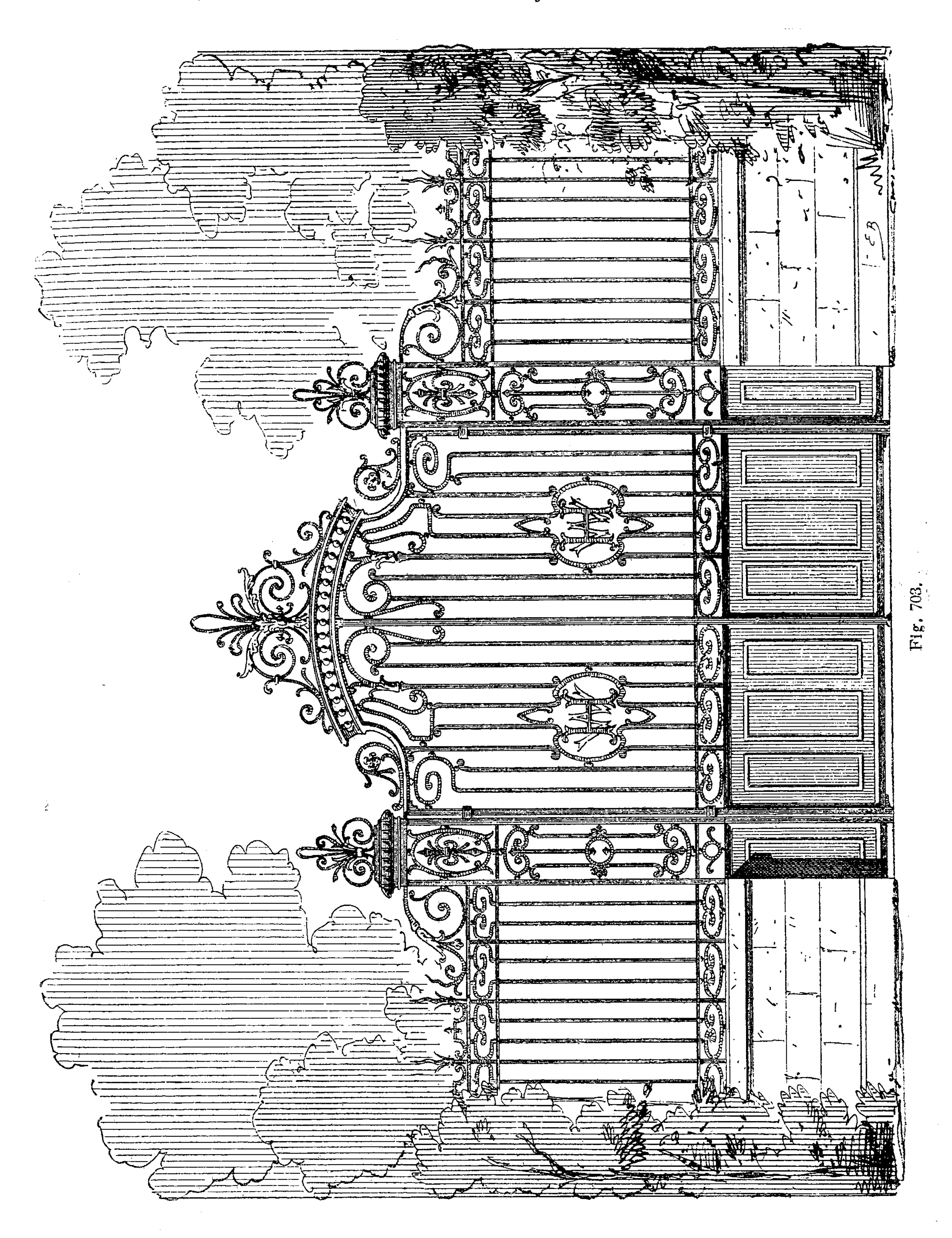


Fig. 703.

zócalo continuo o calado; para dar mayor variación hemos dibujado la mitad de cada tipo, hemos indicado pilastras diferentes, con coronación o con linterna (figs. 697 y 698), con variantes de amortiguamientos para enlace de las verjas fijas con las rejas de las puertas.

Más sencillos, pero también forjados, son los cuatro modelos de las figuras 699 a 702, que se hacen asimismo con paneles de chapa o sin ellos.

Un marco sólido se rellena con barrotes gruesos y pequeños, alternados, torcidos, o bien se rellena por un enrejado cuadrado de hierro forjado guarnecido de florones en cada vaciado; el montante de quicial, arrollado en cayado, adorna la parte alta de la reja; los paneles o zócalos van guarnecidos de tablas con repujados o son de hierro forjado.

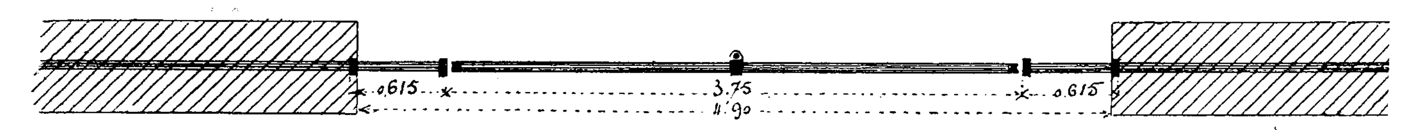


Fig. 704.

Si el panel es calado puede llenarse con pequeñas piezas forjadas y conseguirse la indeformabilidad por consolas, que contribuyendo a la ornamentación consolidan las rejas.

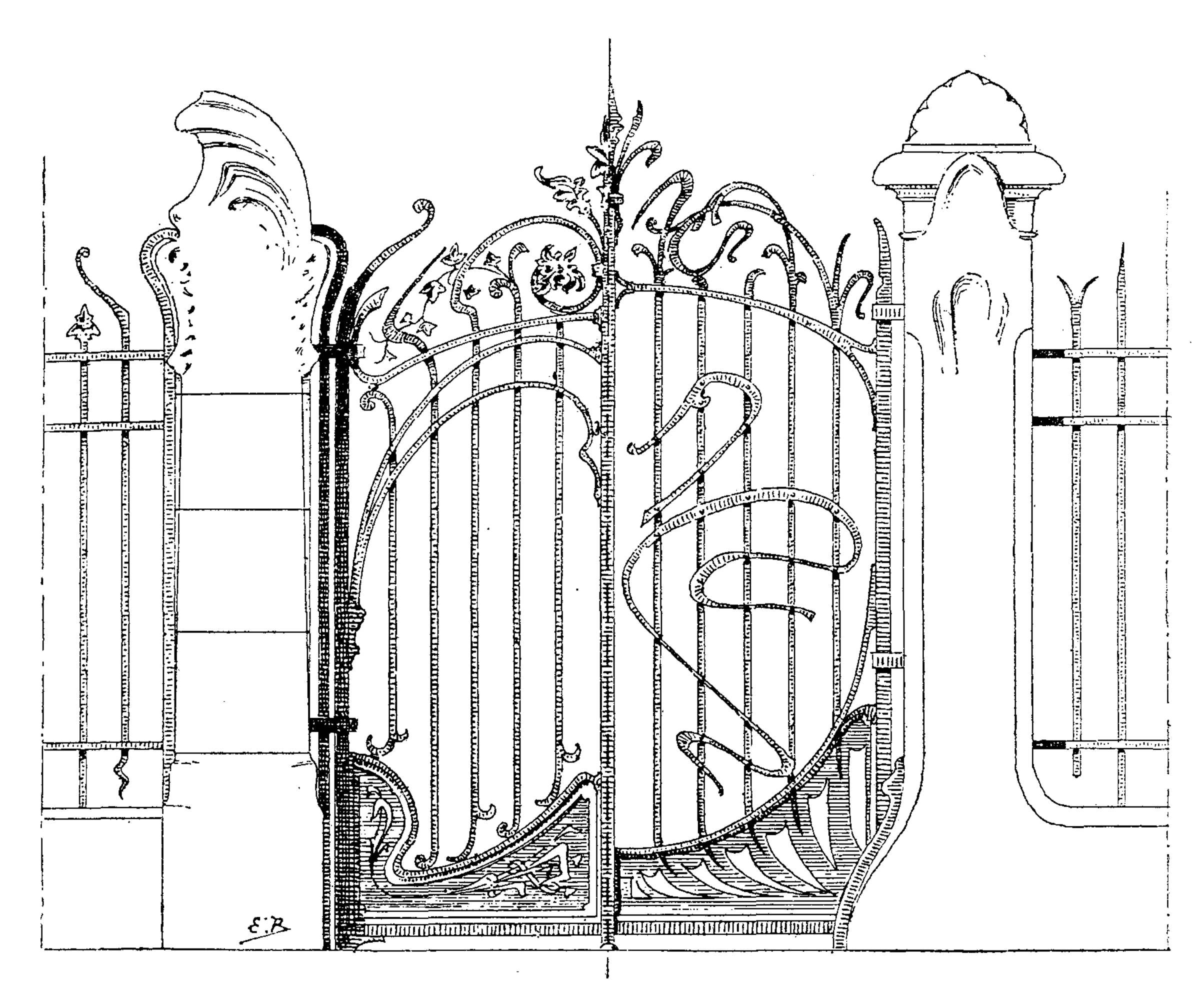
Las figuras 701 y 702 representan la puerta sostenida por el montante de quicial.

La puerta de hierro forjado (figs. 703 y 704) es enteramente de hierro cuadrado de 0,023 m. con pilastras de hierro y verjas fijas.

Dimensiones de los hierros:

Montantes-pilastras	0,04 × 0,08
Arbotantes.	0,04 × 0,04
Montantes de quicial	0,05 × 0,05
» de batiente.	0,05 × 0,02
Dintel	0,03 × 0,07
Peinazos	0,05 × 0,02
Cabio bajo	0,05 × 0,05

Los dos modelos (figs. 705 y 706), del género de fantasía, son de hierro cuadrado. La reja de la figura 705 va montada sobre un montante de hierro cuadrado empotrado en la pilastra de piedra, y el zócalo es de chapa.



Figs. 705 y 706.

El otro ejemplo, de la figura 706, es más bien de arte moderno, y el zócalo es de chapa calada. Como la precedente, esta reja está construída de hierro cuadrado.

Puertas llenas

El armazón de estas puertas está construído como el de las puertas de verja; la chapa se fija a los montantes y peinazos como los paneles de chapa de zócalo en las puertas ya citadas, es decir, que el armazón va guarnecido de un angu-

lar de 30×30, aproximadamente, fijado sólidamente, en el ala del cual se coloca el panel de chapa, después un marco de pletina y se remacha todo con roblones fresados o embe-

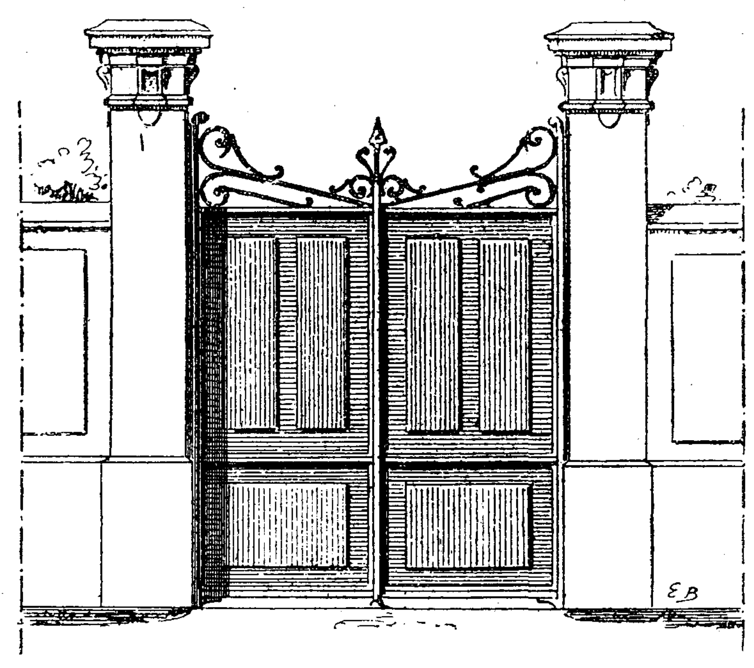


Fig. 707.

bidos (fig. 707). Sobre estos paneles pueden colocarse unas tablas o unos cuadros y dar a la puerta una coronación formando un frontón de hierro forjado.

Composiciones del frontón para postigos y cancelas
Frontones de las puertas de verja

Hemos acompañado a cada croquis de frontón las partes de verja con que está más en contacto, así como las pilastras, frisos, etc.

Los frontones de las verjas se hacen de hierro plano de diversos gruesos; por las diferencias entre estos hierros, tanto en anchura como en grueso, es como se llega a dar a los adornos de hierro, en general, el carácter artístico y el sello armónico, sin los cuales la mejor elección de formas no podría dar buen resultado.

La figura 708 representa entre dos pilastras un frontón

sencillo sobre dintel curvo; dos hojas constituyen toda la decoración.

El frontón recto y que abre, es decir, que forma parte de

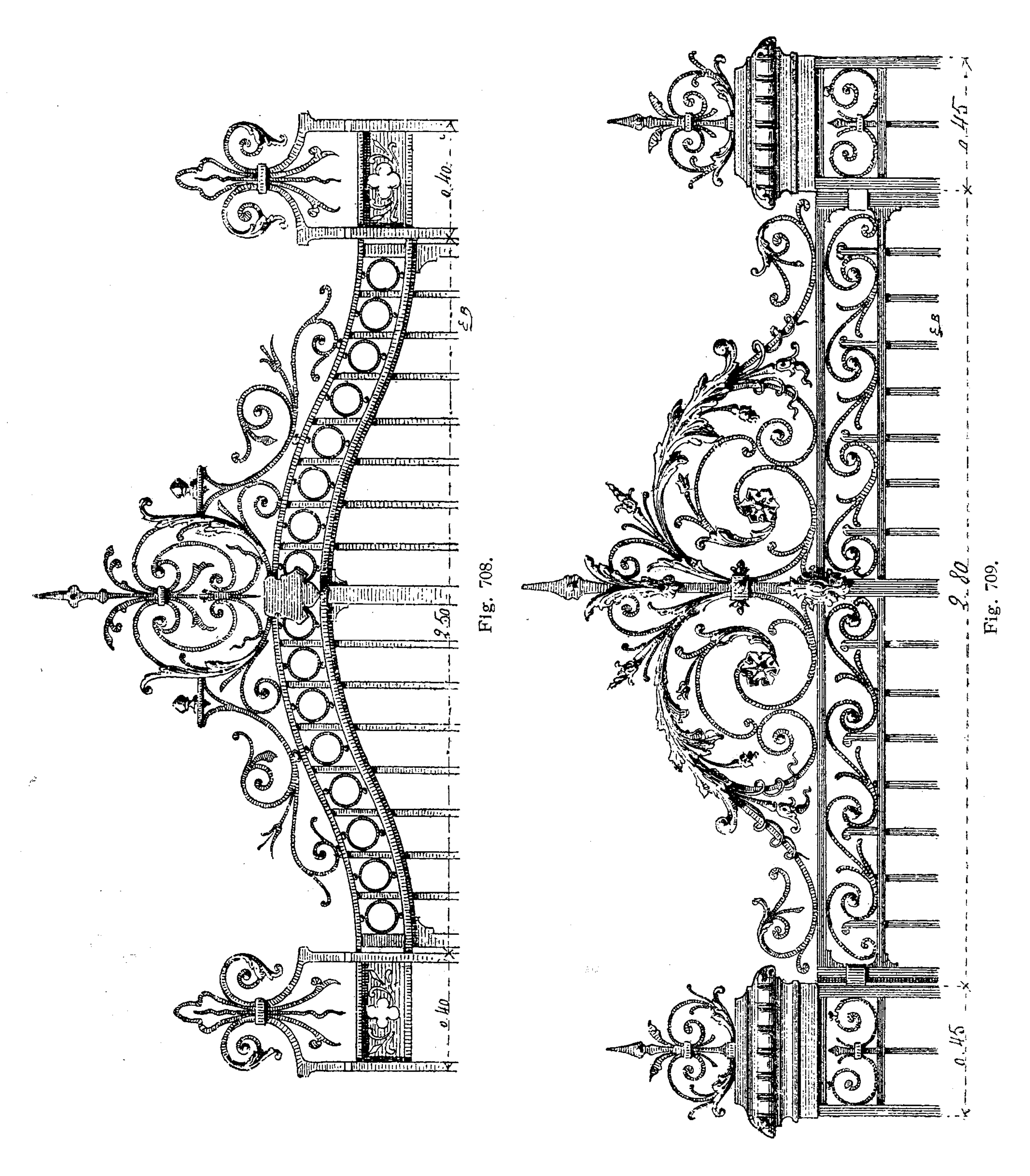


Fig. 708.

Fig. 709.

las hojas de la puerta, de la figura 709, mucho más rico, va abundantemente adornado de hojas; unos colgantes en tira-

buzones se arrollan sobre los hierros gruesos que van todos

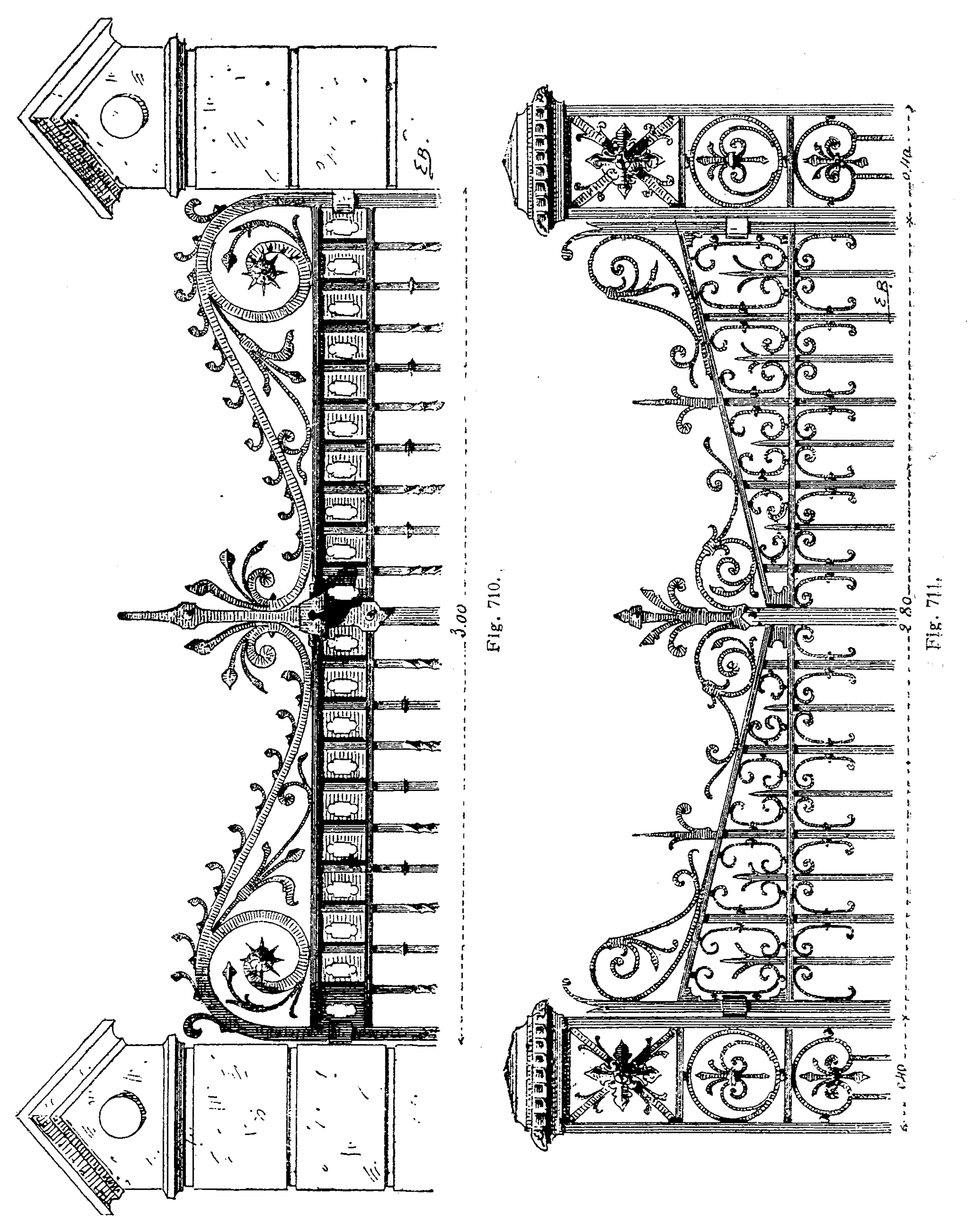


Fig. 710.

Fig. 711.

terminados por bolas. Este frontón puede colocarse sobre una reja en arco.

El montante de quicial puede ser utilizado para consolidar la puerta y reemplazar los boceles del cabio alto, como

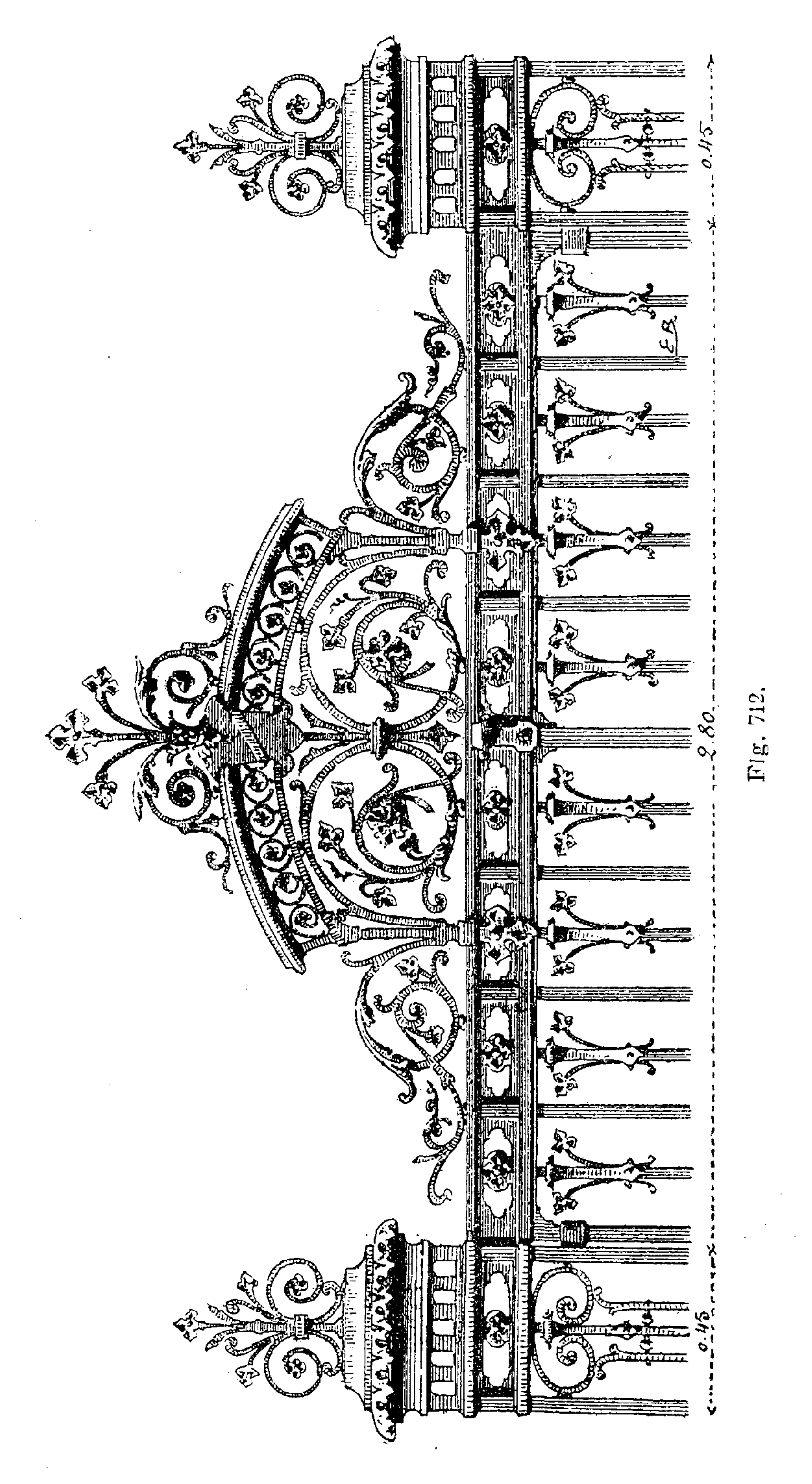


Fig. 712.

nos lo enseña la figura 710; el montante va doblado en cayado; unido al cabio alto y continuado por una fuerte ramilla, viene a fijarse al montante batiente; la indeformabilidad se asegura

además por el friso de chapa calada colocado detrás de los barrotes entre el cabio alto y el primer peinazo.

La figura 711 representa una solución del mismo género; el cabio alto y el primer peinazo que limitan el friso trasladan la carga del centro a los collares; se ve que aquí el frontón está constituído por la reja misma; ésta está compuesta por barrotes de dos escuadrías alternadas que terminan para unirse al decorado.

No existe limitación en la composición de las rejas; se puede cargar hasta lo infinito, complicar cuanto se quiera, pero nosotros creemos, sin embargo, que esto no es necesario para trabajar bien; es preciso colocar las cosas en el lugar que les convenga, no servirse, incluso en la parte puramente decorativa, más que de elementos útiles que trabajen y que concurran todos al cumplimiento del programa.

La figura 712 termina nuestra serie de frontones de grandes puertas de verja; su motivo de coronación descansa sobre un dintel compuesto con chapa calada.

FRONTONES DE POSTIGOS

Estos pequeños frontones pueden también ser empleados para motivos de marquesinas u otros; el modelo (fig. 713)

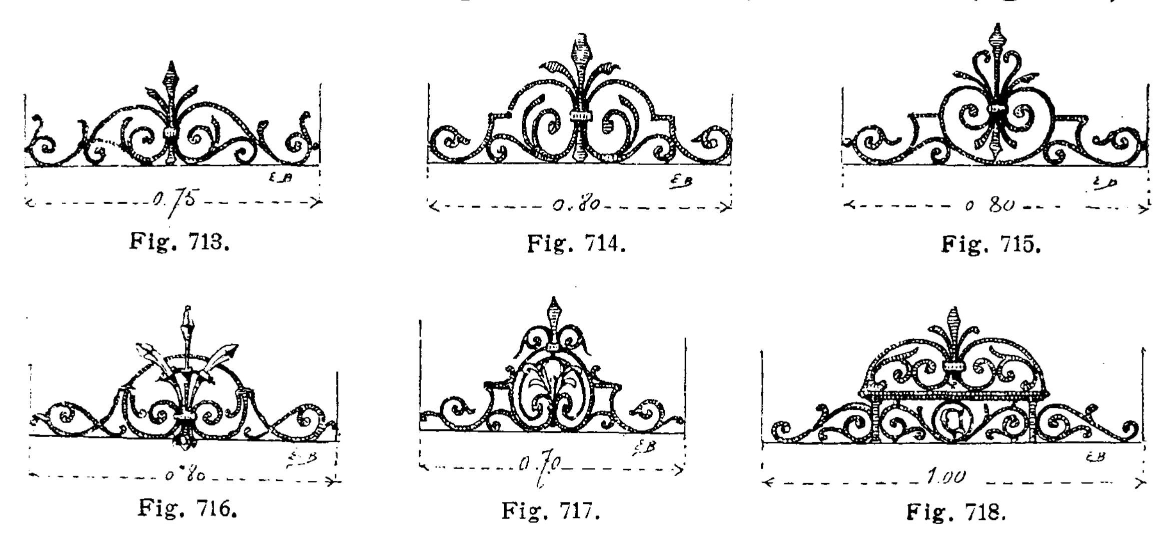


Fig. 713. Fig. 714. Fig. 715.

Fig. 716. Fig. 717. Fig. 718.

puede incluso, cuando está repetido, formar una cresteria o festón; las figuras 714 a 719 están destinadas a postigos.

Para pequeñas puertas de dos hojas hemos compuesto las figuras 720 a 723, que tienen mayor extensión y altura,

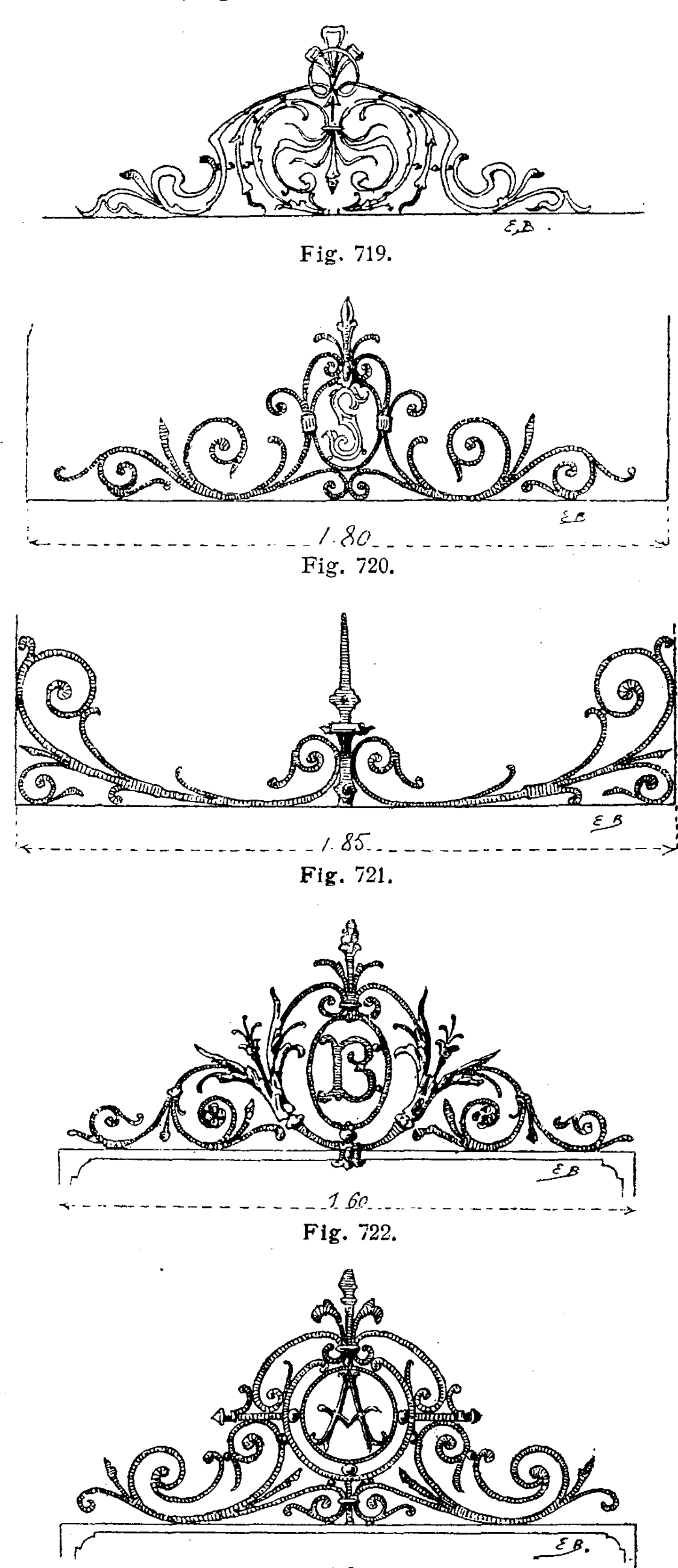


Fig. 719.

Fig. 720.

Fig. 721.

Fig. 722.

Fig. 723.

pero necesitan el dintel fijo, excepto la figura 721 que permite la apertura de las dos hojas.

Hojas de ornamentación

Las hojas empleadas en la ornamentación de las rejas son de chapa, de fundición o de bronce.

Las hojas de chapa van repujadas a martillo; es ésta ciertamente una de las especialidades más hermosas del trabajo del hierro; el metal recortado en plano para el dentado de la hoja recibe la forma deseada por el alargamiento de las partes que deben quedar en relieve o en hueco; se sacan con el martillo los nervios, las vueltas; se da el aire y el carácter según el estilo escogido.

Ciertas hojas, los capullos, por ejemplo, se hacen en dos piezas, lo mismo que todas aquellas que hayan de formar hoja doble y rodear el hierro; en este caso la junta se hace sobre el nervio, que va remachado o soldado según los casos.

Las hojas repujadas se hacen también de cobre; el bronce, más dúctil, se presta especialmente bien a este trabajo.

El metal tiene de ordinario de 8 a 15 décimas de grueso, generalmente 1 mm.

Las hojas de fundición, o se fabrican especialmente o se adquieren en el comercio.

Las hojas de bronce se emplean en trabajos hermosos con metal aparente y cincelado.

Pantallas de chapa

Las rejas van a menudo guarnecidas hasta una altura de 1,90 ó 2 m. de chapas de 0,0025 m., aproximadamente, con un calado sencillo entre cada barrote. Estas pantallas tienen por objeto impedir la vista desde el exterior; van montadas con tornillos sobre los barrotes directamente, o si se apoyan sobre traviesas se las fija igualmente sobre los barrotes, pero aislándolas por una lenteja o bola aplastada.

MIRILLAS

En las puertas macizas o en los paneles de chapa se practican algunas veces pequeñas aberturas llamadas mirillas; tienen aproximadamente 0,12 × 0,20 m., y van defendidas por una celosía de hierro forjado; estos ventanillos tienen por objeto reconocer, antes de abrir, a la persona que llama. Van provistos de dos bisagras y de un pestillo.

CANCELAS DE VESTÍBULOS Y DE INTERIORES

Como las rejas interiores no tienen carácter defensivo, están, como es natural, construídas de una manera más ligera que las de entrada de parques; por lo demás, son de dimensiones menores y se encuentran siempre a cubierto.

El ejemplo de la figura 724 es una cancela de entrada de casa. Generalmente, estas rejas van cubiertas de cristales para impedir la penetración del aire exterior. Existen entonces en la parte de atrás unos marcos de hierro ranurados que reciben los cristales; estos marcos, provistos de bisagras, pueden abrirse para permitir, en caso de necesidad, la ventilación y la limpieza.

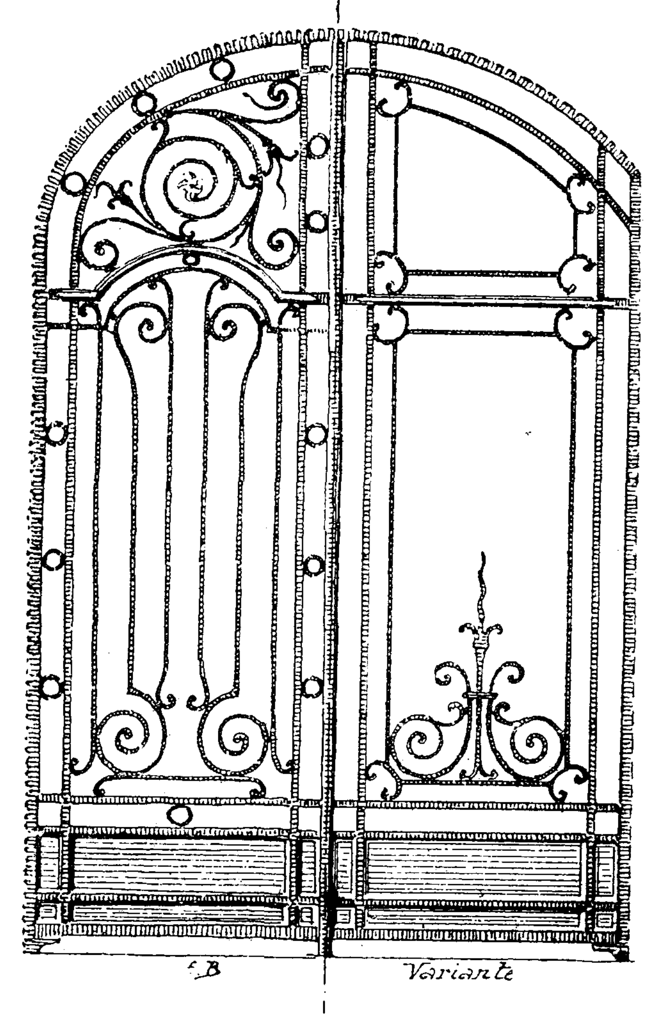


Fig. 724.

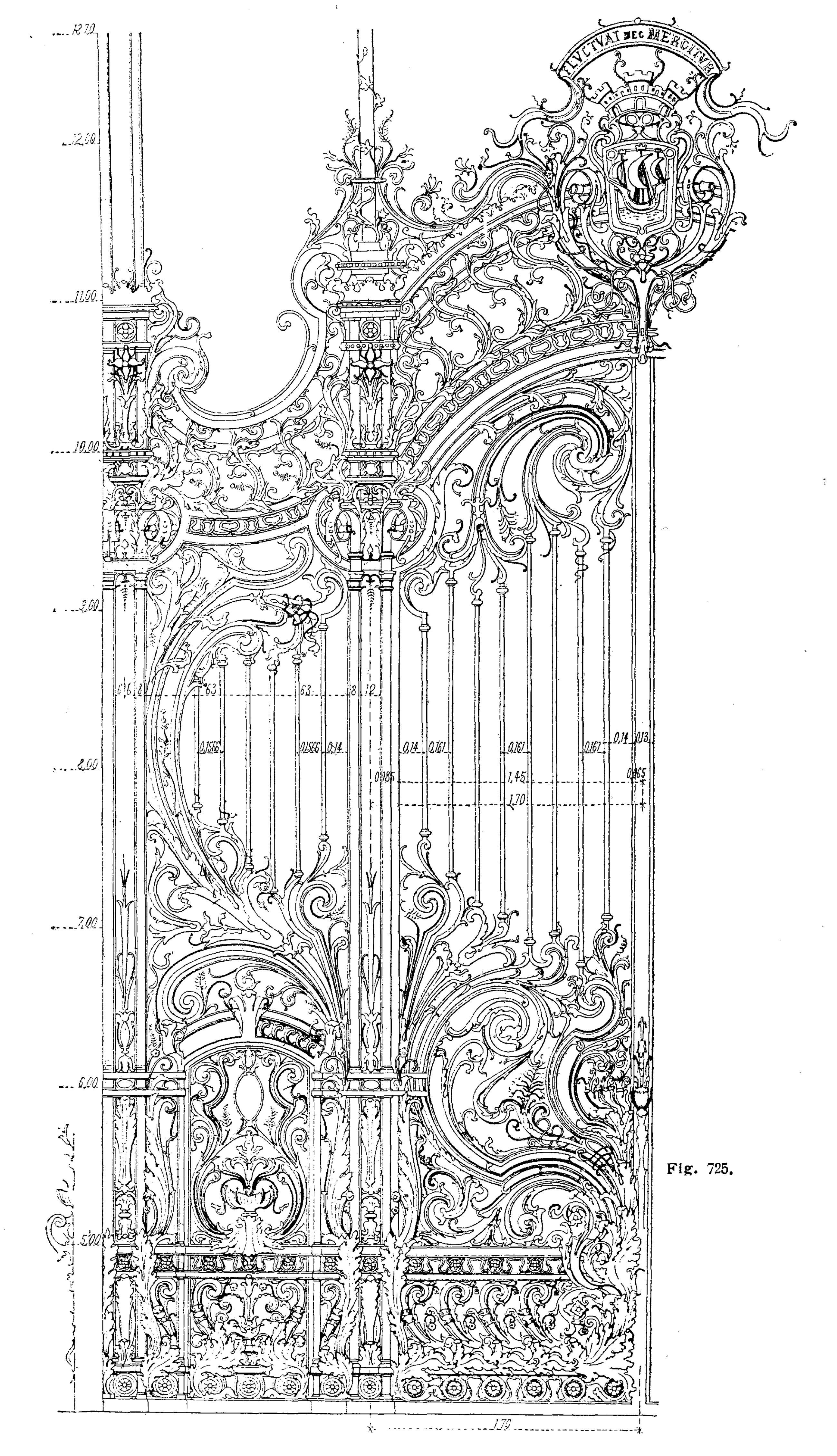

FLVCTVAT NEC MERGITVR
12,70
12,00
11,00
10,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
1,45
1,70
1,79

Fig. 725.

La figura 725 representa la puerta monumental del Petit Palais de los Campos Elíseos.

Esta puerta, dibujada por Ch. Girault, arquitecto jefe

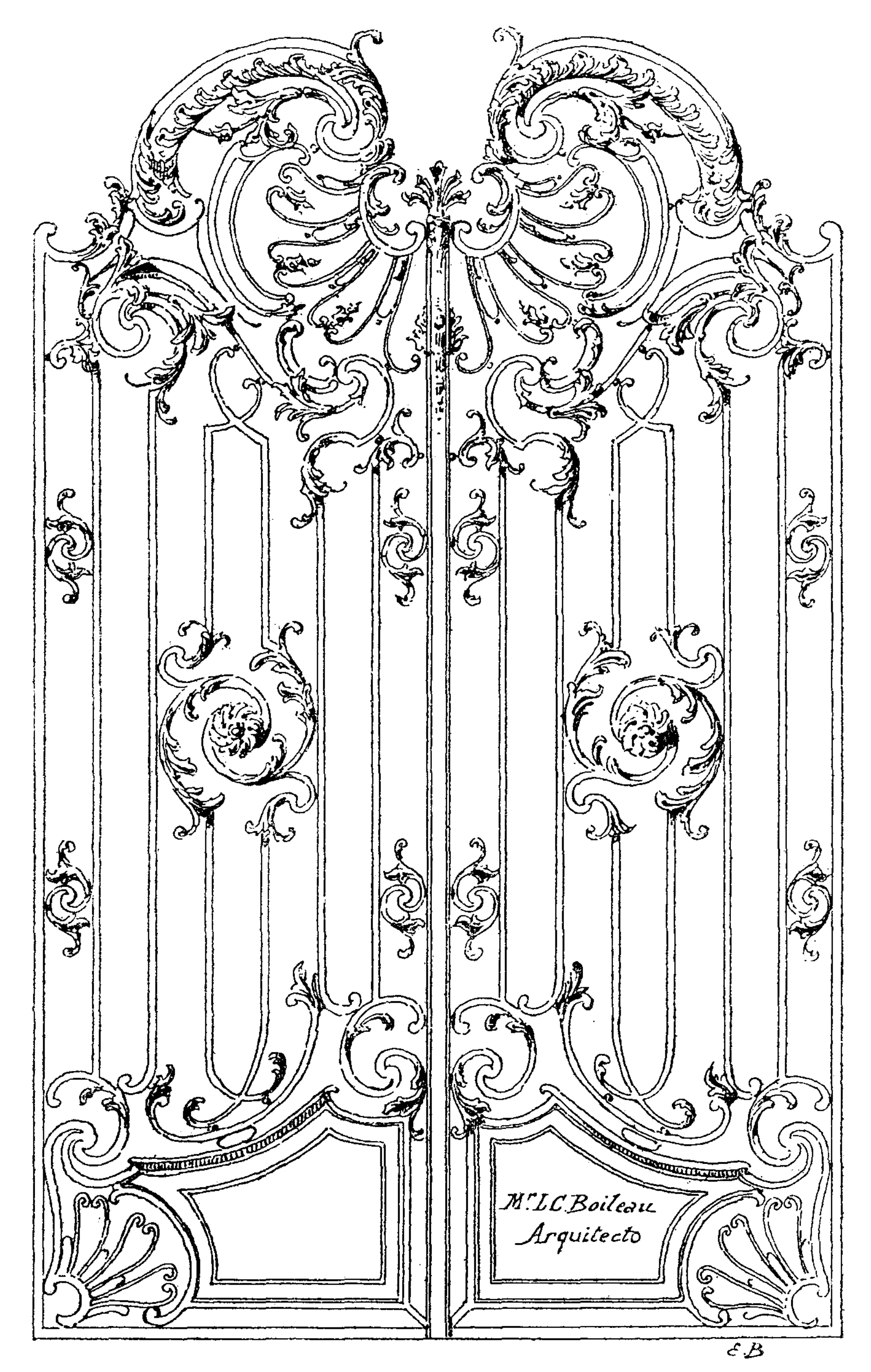


Fig. 726.

de los palacios de Bellas Artes, se aloja en un hueco de 7 m., aproximadamente, de ancho, y cerca de 13 m. de altura bajo la clave del arco de medio punto, pero la parte central por

debajo del frontón fijo es la única que se abre en dos hojas.

La cancela es simétrica con relación a su eje medio; los dos postigos pueden abrirse, por lo tanto.

Los ornamentos, hojas y flores que se destacan de la armadura de hierro forjado son de cobre rojo batido, excepto algunos entrepaños del zócalo o los escudos sobre el montante batiente y los postigos, que son de bronce fundido.

Toda la puerta, lo mismo que la imposta, va cubierta con cristales adaptados a marcos, que pueden abrirse, de hierro ranurado.

En el interior se emplean a veces las cancelas para separar diferentes piezas sin impedir, sin embargo, la vista por completo.

El modelo, muy feliz, que damos en la figura 726 es una composición de Boileau, arquitecto. Tratada en estilo Luis XV y realzada por follajes repujados colocados discretamente y en los sitios convenientes, esta cancela de interior resulta del mejor efecto.

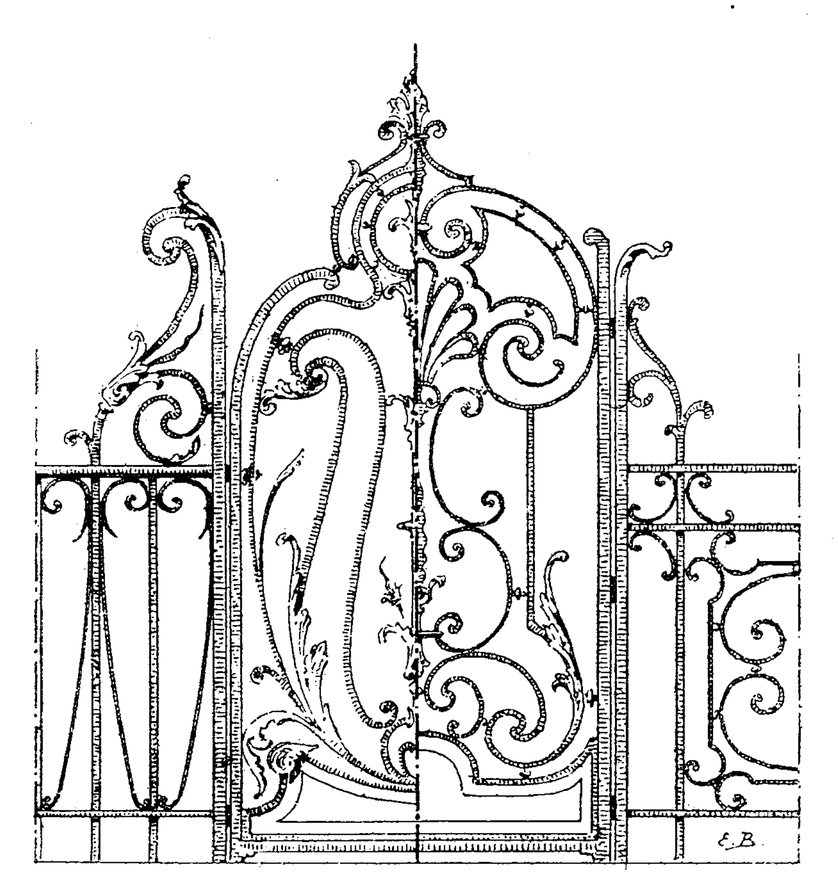
Cancelas de ascensores

En los inmuebles que se construyen actualmente, el ascensor se ha hecho un accesorio indispensable; además de la reja de protección que se coloca por encima de la barandilla cuando el ascensor va colocado en el ojo de la escalera, se deja en cada rellano una puerta destinada a cerrar éste, y también para permitir el acceso al ascensor.

Hemos compuesto las figuras 727, 728 y 729 para presentar ejemplos de estas pequeñas cancelas que deben ser tratadas en el mismo estilo que la barandilla.

Rastrillos de entrada de propiedades

No solamente se construyen grandes portales, sino muy a menudo también rastrillos o puertas menos altas, aunque muy



Figs. 727 y 728.

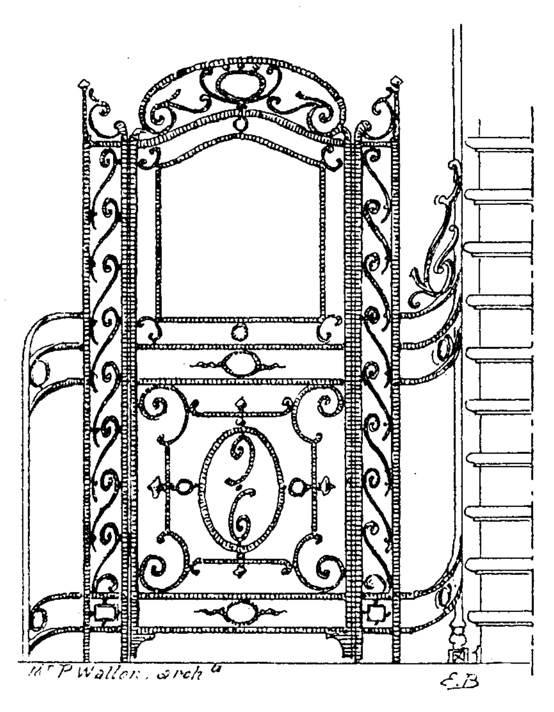


Fig. 729.

elegantes. El ejemplo que presentamos en la figura 730 ha sido compuesto por J. Howald; es una pieza encantadora

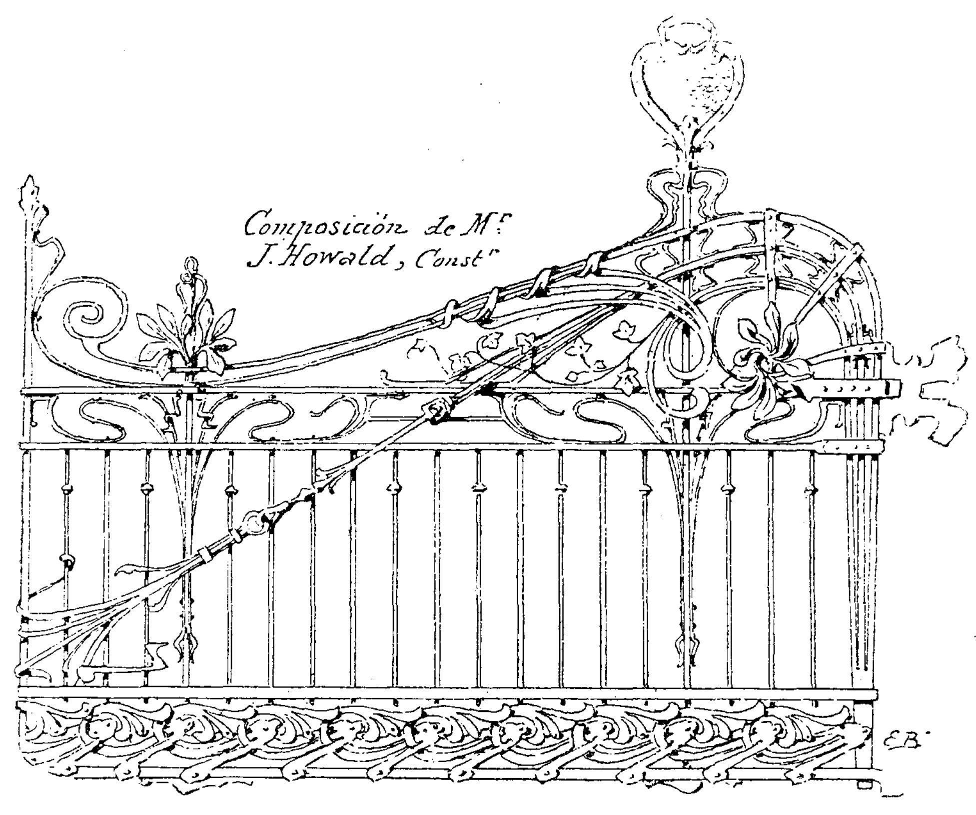


Fig. 730.

de cerrajería que proporcionará a nuestros lectores motivos muy buenos de composición decorativa.

Rejas de carnicerías

Se sabe que las tiendas de los carniceros han de quedar constantemente al aire libre, es decir, cerradas únicamente con un vallado calado.

Se construyen, por lo tanto, especialmente para ese uso, rejas cuyo marco es de hierro plano, articulado por medio de nudos de compás para dividir una hoja en el número de partes necesario para ser replegada en tableros.

Las traviesas, en número de tres o cuatro, van provistas de boceles y llevan los nudos de compás mitad fuera y mitad dentro, para permitir replegar la reja como un fuelle.

Los topes correspondientes a cada articulación son móviles y recibidos por un casquillo; unos cerrojos colocados en los barrotes, de ordinario huecos, fijan la reja por arriba y por abajo. En el centro la reja va cerrada por una barra con candado, al cual se agrega a menudo una cadena.

Los barrotes son macizos o huecos, de 0,018 a 0,020 m., separados 0,055 m. de eje a eje, o sea unos 0,935 m. de luz libre.

La solidez de una reja de carnicería está constituída por tres elementos principales: 1.º, los boceles de escuadrado en la extremidad de las traviesas; 2.º, el ajuste exacto de los nudos de compás ligeramente apretados; 3.º, finalmente, el relleno absoluto de los agujeros por los barrotes pasantes que forman otras tantas uniones indeformables.

Como ejemplo, podemos decir que una reja de carnicería se compone de un marco de hierro plano de 36 × 18, con traviesas de 36 × 16, guarnecidas en sus extremidades con boceles dobles, ensambladas con pasadores y chavetas.

Todas las traviesas van articuladas por medio de charnelas llamadas nudos de compás, de modo que se formen paneles de 0,45 a 0.50 m., que se repliegan unos sobre otros de manera que constituyan un paquete sobre la fachada o sobre el telar, según las circunstancias.

En la reja de carnicería, al replegarse como un biombo, los paneles están articulados mitad por dentro y mitad por fuera; estando abierta la primera hoja (la fija al muro), se coloca en un casquillo empotrado en el suelo un tope; después se desarrolla el segundo panel, que viene a apoyarse en el tope, y al mismo tiempo impide a este último salir de su casquillo; después se coloca otro tope siempre en sentido inverso al saliente del nudo de compás, y así sucesivamente. El cierre se efectúa por una cadena con candados, por una cremona de llave o también por una cerradura que acciona dos cerrojos que pasan por una barra hueca. Para fijar la reja en la parte superior se utilizan pequeños cerrojos alojados igualmente en los barrotes huecos.

Rejas de tragaluces

Los tragaluces van a menudo guarnecidos simplemente de uno o dos hierros cuadrados; otras veces llevan una sola barra con voluta, o dos ces, o bien son de fundición.

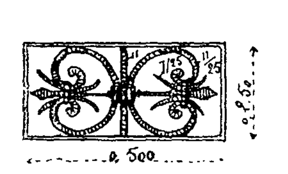


Fig. 731.

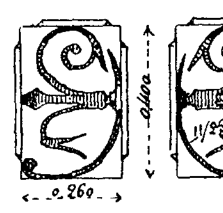


Fig. 732.

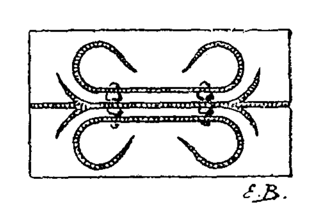


Fig. 733.

En la calle se coloca, por lo general, una chapa recortada o perforada montada con tornillos sobre unos tacos.

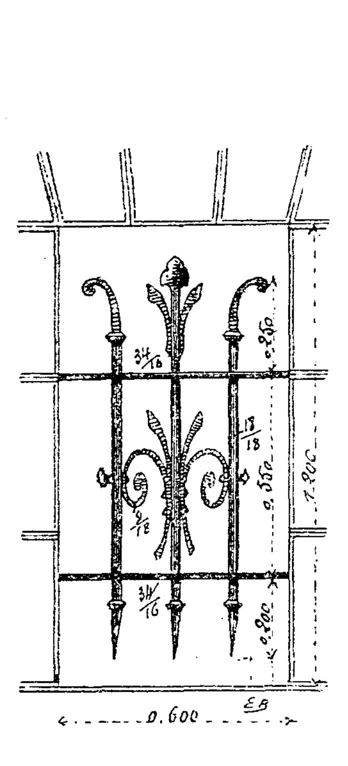
Nuestros croquis (figs. 731, 732 y 733) ofrecen ejemplos de rejas de tragaluz de hierro forjado.

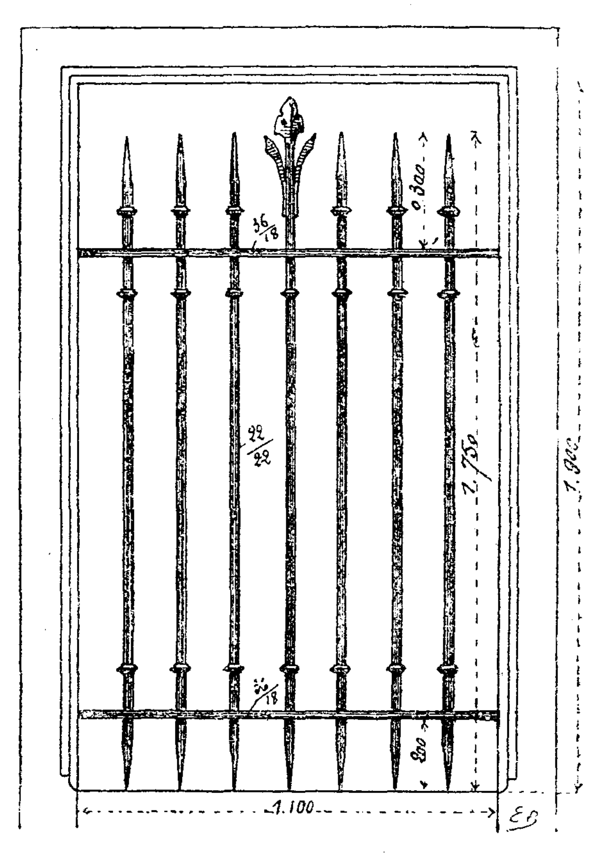
Rejas de ventanas

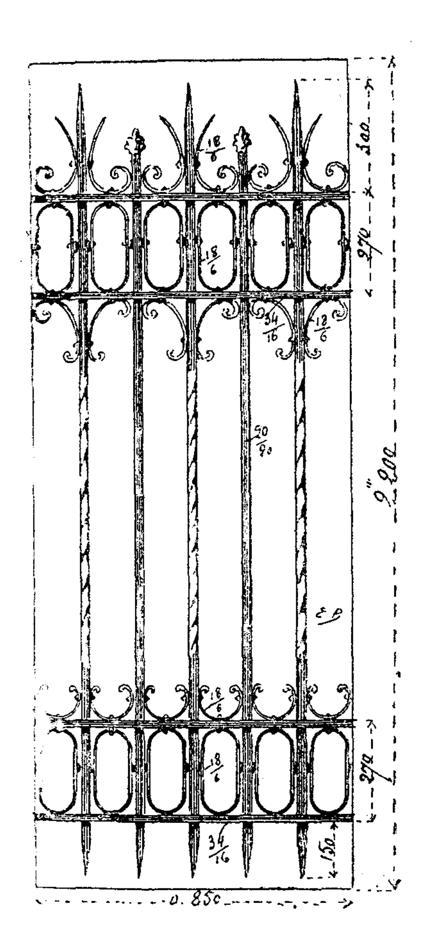
Las defensas de ventanas están constituídas a menudo por un enrejado de hierro forjado formado con motivos cualesquiera y encuadrado en un marco sólido, o bien con fuertes traviesas de hierro plano o cuadrado como en las grandes rejas.

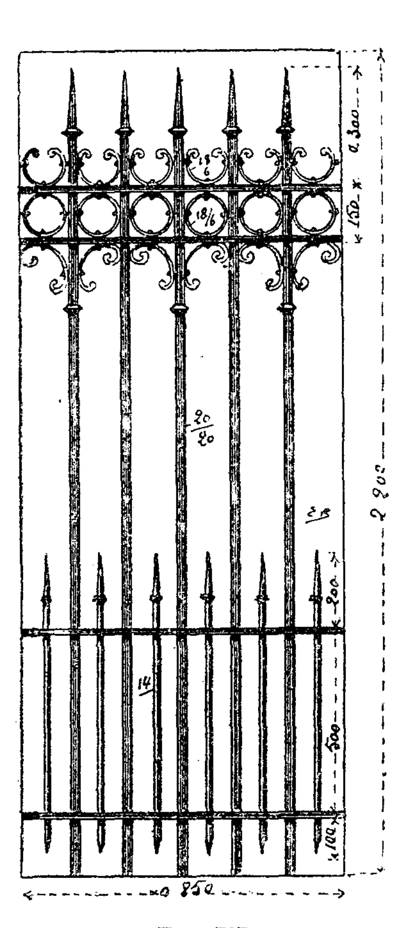
Lo que más corrientemente se ejecuta en este género es la reja de ventana con barrotes montados sobre traviesas empotradas, o con patillas si se trata de colocarlas sobre madera.

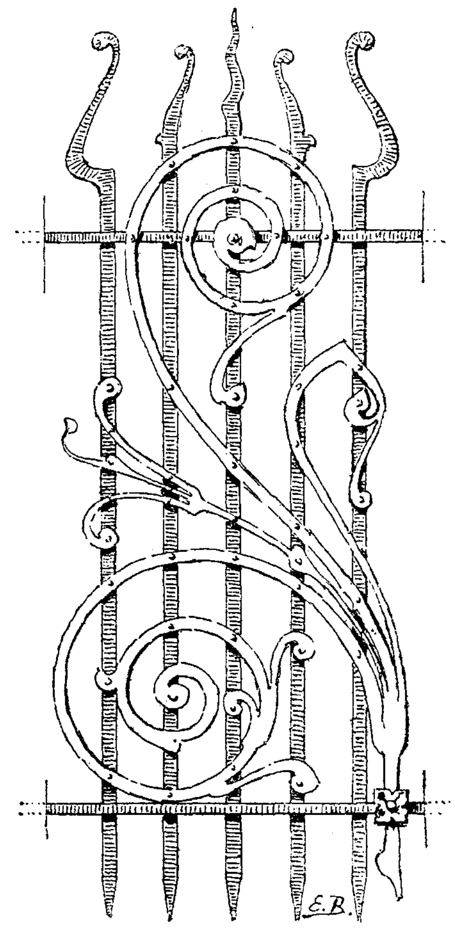
La figura 734 es una reja de hierro cuadrado para un pequeño hueco; las traviesas son seguidas provistas de agujeros redondos y terminados a cincel para el paso de los barrotes cuadrados; se le puede dar un carácter más defensivo alargando las puntas dirigiéndolas hacia adelante, o armándolas de un dardo, como hemos indicado al tratar de los barrotes propiamente dichos.


Fig. 734.


Fig. 735.


Fig. 736.


Fig. 737.


Fig. 738.

La figura 735, de mayor anchura, puede ser modificada; asimismo las puntas superiores pueden afectar la forma de las de las figuras 628 y 629, y las de la parte baja estar abiertas como en el barrote de la figura 627.



Figs. 739 y 740.

Todas estas figuras ofrecen al mismo tiempo tipos de rejas corrientes; la figura 736, con cuatro traviesas y barrotes retorcidos alternados, va decorada con elementos sencillos.

A menudo se refuerzan las rejas por la parte baja con barrotes de menores dimensiones, como indica la figura 737; los pequeños barrotes pueden ser retorcidos, adornados con anillos e inclinados hacia adelante como defensas.

La figura 738 presenta una reja de hierro cuadrado con volutas de hierro plano aplicadas encima. La pintura puede hacerse en dos tonos, de manera que se destaque la parte defensiva de la parte decorativa.

El empleo de la chapa recortada es también de buen efecto en estas rejas de ventanas, bien sea colocándola simplemente entre las traviesas, bien sea encima o debajo y fija sobre los barrotes (fig. 739).

Algunas veces se interrumpen las rejas que están hechas en dos piezas y presentan en el mismo sitio dos filas de puntas.

Las disposiciones de las rejas en los huecos ojivales o de medio punto son fáciles de decorar, puesto que su forma se presta a ello; además de que se les puede colocar un frontón, se tiene el recurso del partido indicado en la figura 740; hacer volutas de distintos barrotes.



CAPÍTULO XII

Paneles de puertas, balcones y barandillas

PANELES DE PUERTAS. — Paneles de montantes-vidriera.
BARANDILLAS. — Grandes balcones. Balcones sin saliente. Antepechos de ventana. Barras de apoyo. Apoyos de comunión. Barandillas de escalera. Pilarotes de arranque.
TUMBAS. — Cercados. Puertas de capillas funerarias.

Paneles de puertas

Los paneles de relleno en las puertas, cuyos modelos pueden igualmente servir como rejas de ventanas, por lo menos en cuanto al dibujo, se hacen ordinariamente de fundición; sin embargo, en los trabajos cuidadosos se emplea el hierro forjado.

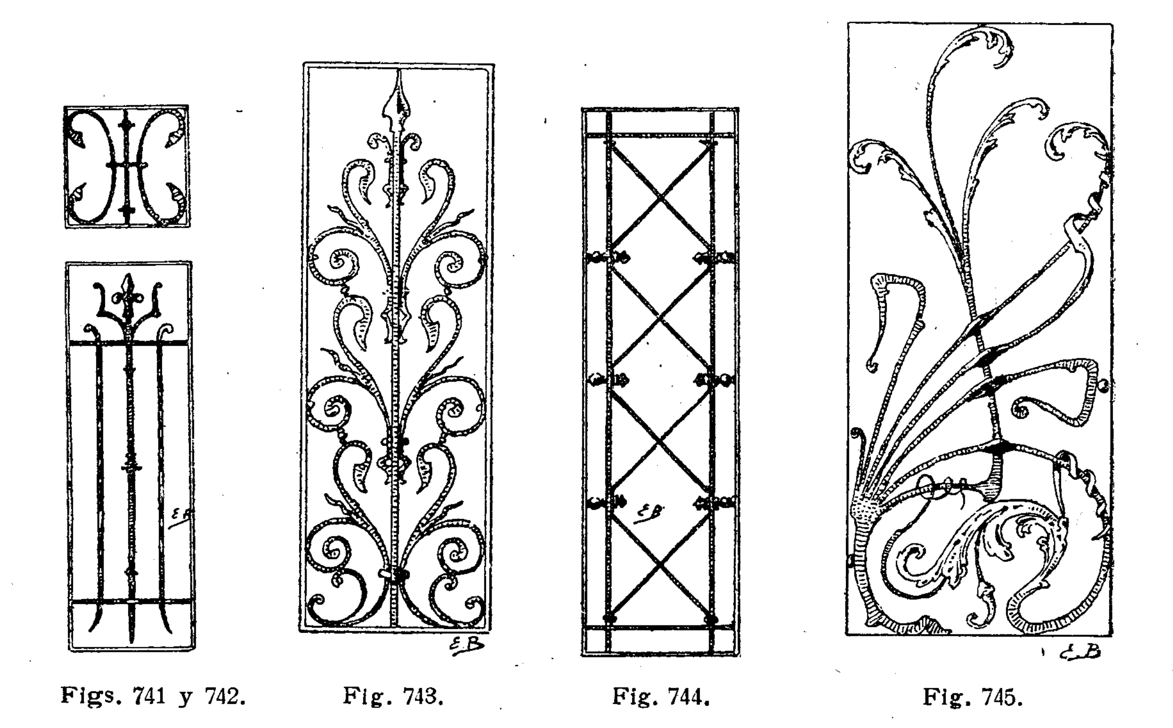
Estos paneles tienen, por lo general, poco espesor, pues la madera debe estar moldurada y recibir un marco con cristales; quedan, aproximadamente, 0,02 m. para alojar el panel.

En el interior va liso sin ningún saliente para no estorbar al marco de cristales; en el exterior queda libre.

El panel de puerta está compuesto de un cuadro de hierro plano de la anchura de que se disponga en el recuadro y, naturalmente, el relleno queda limitado por la dimensión del marco, y también por la importancia del hueco que se ha de cerrar.

Así, por ejemplo, los paneles de montante y de puerta (figuras 741 y 742) pueden ser construídos con hierro de 0,014 m. para el barrote central, y con hierro de 0,011 m. para los pequeños barrotes retorcidos, la traviesa de 0,018 × × 0,011 m., ensanchada para el barrote del centro.

Más decorado es el panel de la figura 743. Sobre una barra central, fija por arriba y por abajo, vienen a unirse



Figs. 741 y 742. Fig. 743. Fig. 744. Fig. 745.

motivos de repetición que permitirán dar a este panel una altura cualquiera.

Con un segundo marco interior ensamblado a medio hierro, el panel de la figura 744 se construye con hierro plano, marco aplicado de 0,018 × 0,007 m., y marco aparente de 0,009 × 0,018; las crucetas, igualmente ensambladas a medio hierro, con hierros de 0.014 × 0,007 m., fijadas por botones sobre el marco aparente, y éste unido al marco aplicado por medio de unas bolas.

Este panel se fija en su sitio en diez puntos: cuatro por cada lado, uno arriba y otro abajo.

La figura 745 es un motivo disimétrico construído de hierro forjado con agujeros de paso y hojas aplicadas.

El panel indicado en la figura 746 es más defensivo y va guarnecido de espinas; dos barrotes planos de 0,018 × 0,009 van atravesados por hierros cuadrados de 0,011 m., que llevan tres puntas; sería más práctico alternar las puntas múltiples con puntas sencillas y cambiando de lado; esto evitaría tener que abrir los dardos después de haber introducido el barrote.

Los arrollamientos se prestan también a este género de trabajo, como se ve en el panel de las figuras 747 y 748, que

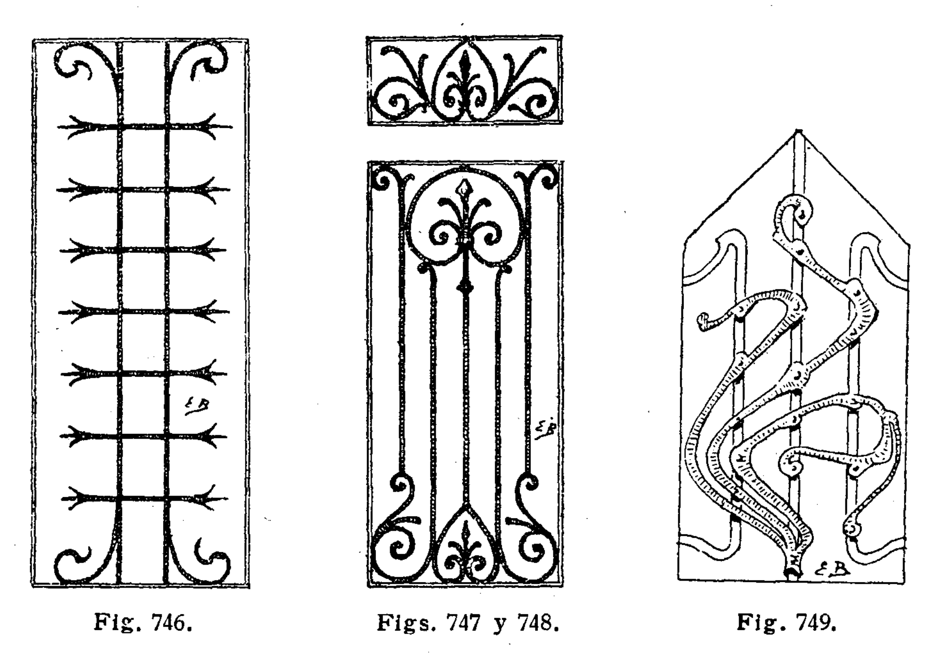


Fig. 746. Figs. 747 y 748. Fig. 749.

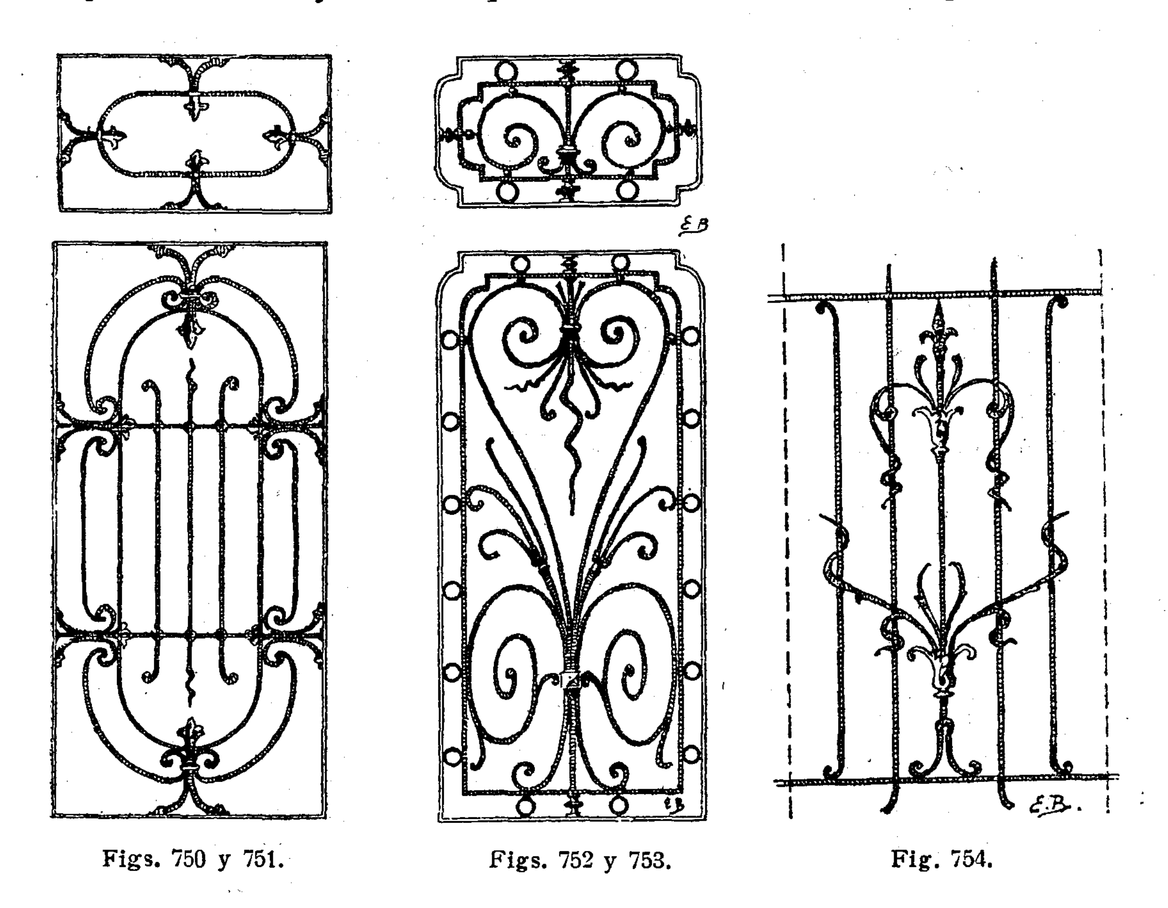
puede estar construído, excepto el marco, totalmente con hierro cuadrado de 0,016 m. sin traviesas.

Todos estos trabajos entran, por las dimensiones de los hierros empleados, en lo que hemos llamado enrejados de hierro forjado para los rellenos de rejas, es decir, cerramientos artísticos encuadrados en marcos resistentes.

El ejemplo de la figura 749 es de la misma construcción que la reja indicada en la figura 738. El montaje o colocación en obra se efectúa pasando primero los barrotes, después se fija el motivo aplicado con tornillos y, finalmente, se procede al empotramiento.

Las figuras 750 y 751 representan construcciones de hierro de 0,014 m. con ensambles a medio hierro y con las intersecciones guarnecidas de botones o rosetas.

Este hierro cuadrado puede aplicarse también a las volutas, pero conviene, sin embargo, romper la monotonía de los espesores semejantes empleando también hierros planos de



Figs. 750 y 751. Figs. 752 y 753. Fig. 754.

diversos gruesos, disminuyéndolos a medida que las piezas van siendo más pequeñas.

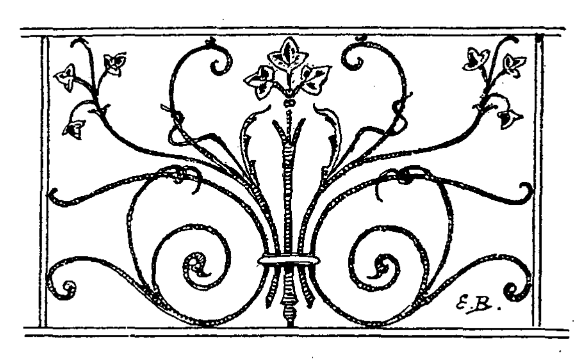


Fig. 755.

Así, en las figuras 752 y 753 todas las ramillas ganarían si fuesen más ligeras, por ejemplo, hierros de 0,005 × × 0,014 m. y 0,006 × 0,014 m.

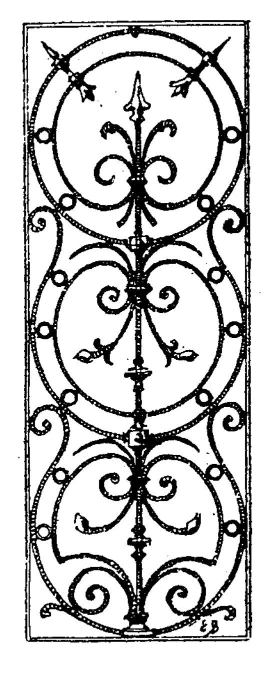
Para evitar la forja de los pequeños anillos o círculos de

arriostramiento del marco se pueden obtener de un tubo de hierro cortado en el torno.

Una reja adornada con volutas (fig. 754) puede convenir igualmente para un hueco de mampostería o para un panel de puerta, quedando entonces encajado en una obra de carpintería.

El panel de la figura 755 puede servir para montante de puerta y también como un motivo de antepecho o barandilla de balcón.

Las figuras 756 y 757 nos ofrecen paneles más llenos, más ricos; es muy empleado el motivo central con las iniciales de la casa.



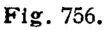


Fig. 756.

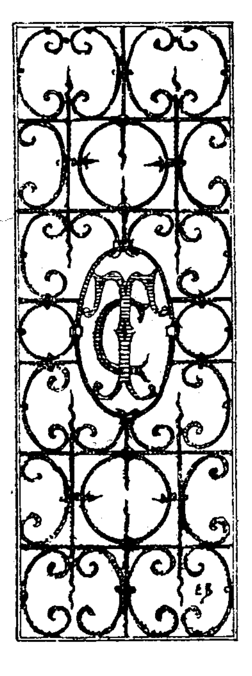


Fig. 757.

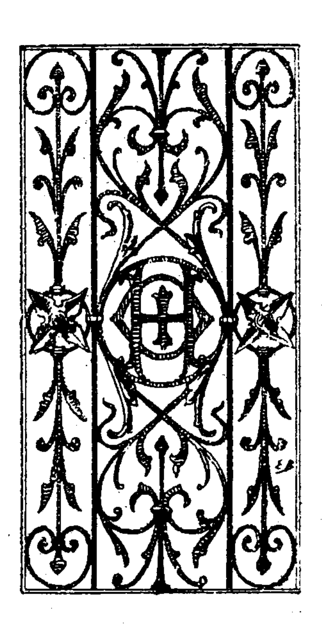


Fig. 758.

Estas iniciales o símbolos pueden ser forjados o recortados, se destacan las letras por la pintura, por el dorado o también por estrías horizontales grabadas sobre las letras; el espesor del metal varía para las letras recortadas de 0,005 a 0,007 m.

En un panel (fig. 758) hemos reunido los elementos de decoración más frecuentemente empleados; hierro forjado, estampado, chapa repujada y metal recortado.

PANELES DE MONTANTES-VIDRIERA

En las puertas macizas se hacen a menudo para alumbrar un corredor montantes que se cierran por un cristal, defendidos por un panel metálico.

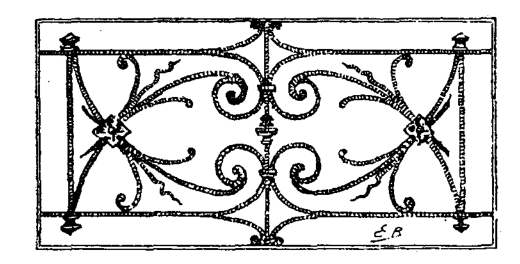


Fig. 759.

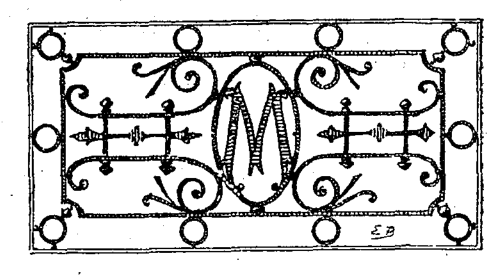


Fig. 760.

Estos paneles son rectangulares, como se indica en las figuras 759 y 760, o en arco (figs. 761, 762 y 763).

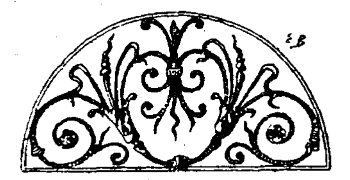


Fig. 761.

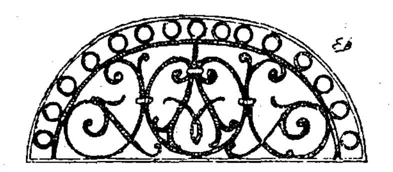


Fig. 762.

Las aberturas circulares u ojos de buey se practican a veces para obtener entradas de luz de pequeñas dimensiones; nuestro ejemplo (fig. 764) da una disposición formada por

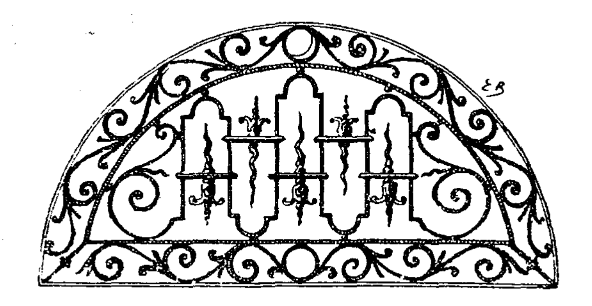


Fig. 763.

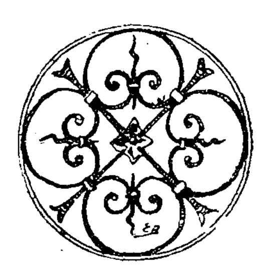


Fig. 764.

cuatro ces sobre una cruz de hierro plano adornada en el centro con una roseta; la unión al marco redondo se efectúa en el punto de tangencia de las ces.

Nuestra figura 765 da un montante rectangular con ángulos superiores redondeados, que puede convenir tanto para un hueco de mampostería como de carpintería.

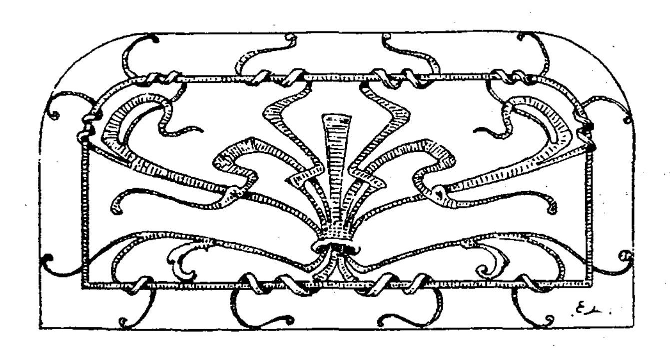


Fig. 765.

Barandillas

Balcones y ventanas

Las barandillas o balaustradas han de quedar a la altura de apoyo, es decir, a 1 m. del pavimento.

Se distinguen varias clases de ellas:

1.° Las de los grandes balcones,

2.° Las de los balcones sin saliente,

3.° Los antepechos de ventana,

4.° Las barras de apoyo.

Las barandillas de balcón se hacen de fundición o de hierro forjado; aquí presentamos un cierto número de las de la última clase.

Grandes balcones

Se llama gran balcón al que se encuentra en voladizo sobre una repisa; la barandilla tiene, aproximadamente, 1 m. de altura.

En los balcones de fundición el marco está hecho de hierro cuadrado que varía de 0,020 a 0,025 m.; los montantes van acodados y contraacodados para llevar el empotramiento lejos del borde de la repisa de piedra; las traviesas de hierro

cuadrado o plano van ensambladas con pasadores y enchavetadas; la traviesa superior va cubierta con un hierro media caña o un pasamano moldurado.

Los balcones de hierro más sencillos son de barrotes (figura 766); este balcón es de hierro cuadrado alternado, recto y retorcido; puede hacerse con dos traviesas solamente.

Fig. 766.

El motivo de ángulo está formado con un panel especial, que hace juego, si la arquitectura lo permite, con una consola, por ejemplo.

El balcón de la figura 767 es igualmente de hierro cuadrado de dos escuadrías diferentes, y está concebido según el gusto del arte moderno.

La segunda combinación consiste en barrotes más separados con motivos de relleno (fig. 768).

Se puede también componer un balcón exclusivamente con adornos o volutas (fig. 769). Este modelo, cortándolo por

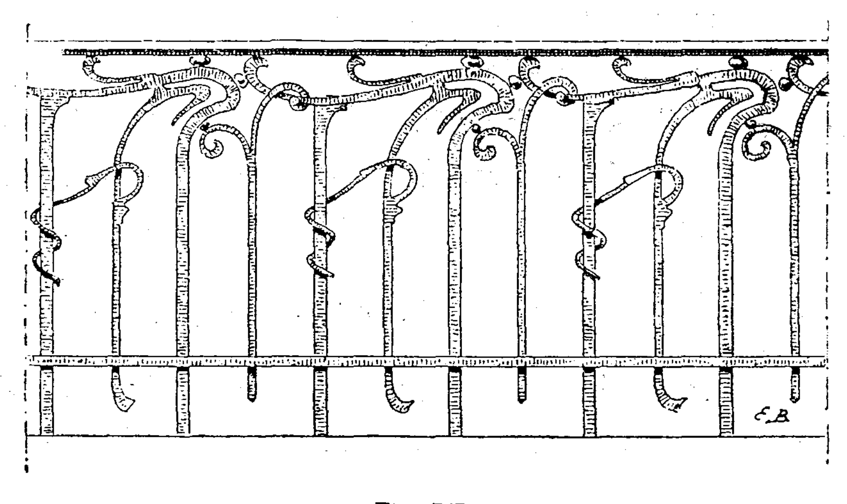


Fig. 767.

paneles formando pilastras, puede convenir igualmente para un balcón corriente.

Separando más los barrotes se puede rellenar el balcón

con motivos enteros (fig. 770); estos rellenos van acotados en las figuras.

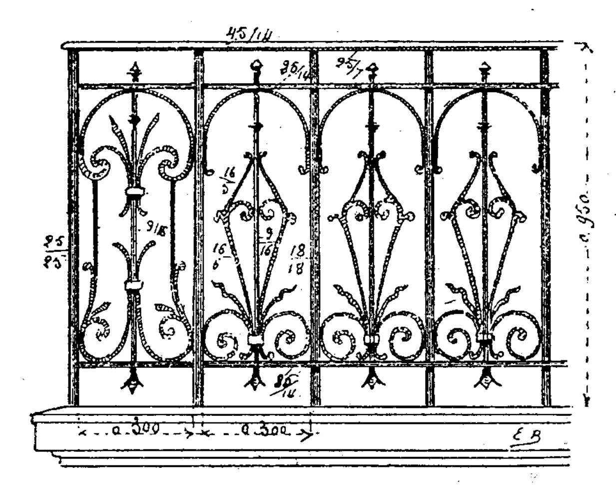


Fig. 768.

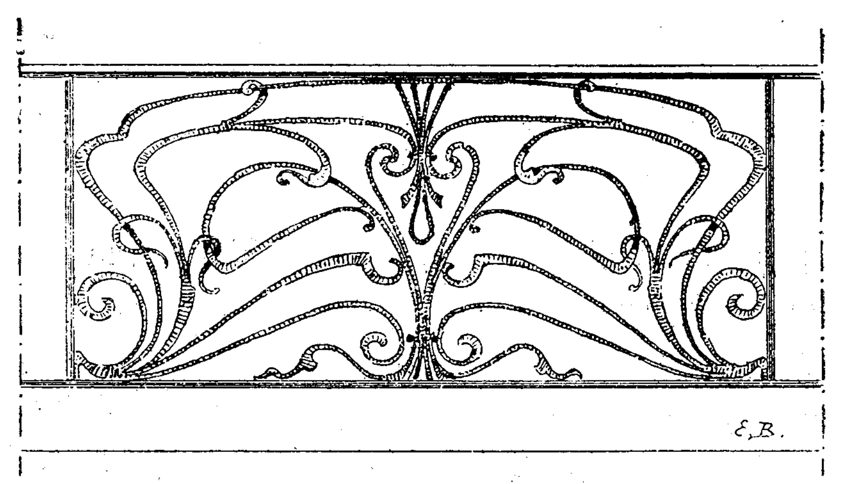


Fig. 769.

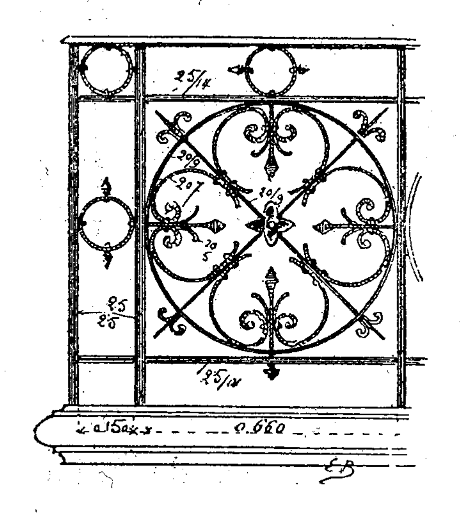


Fig. 770.

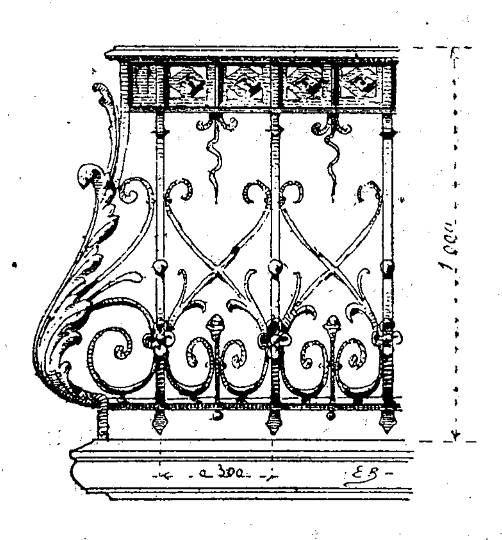


Fig. 771.

En la herrería del siglo XVII se ha empleado mucho la

forma ventruda que representamos en la figura 771; los ángulos van, por lo general, guarnecidos con una ancha hoja.

En la figura 772 está representada una variedad de balcón ventrudo.

En el ejemplo de la figura 771 hemos dispuesto en la parte alta un friso de chapa calada realzado con rosetas entre los

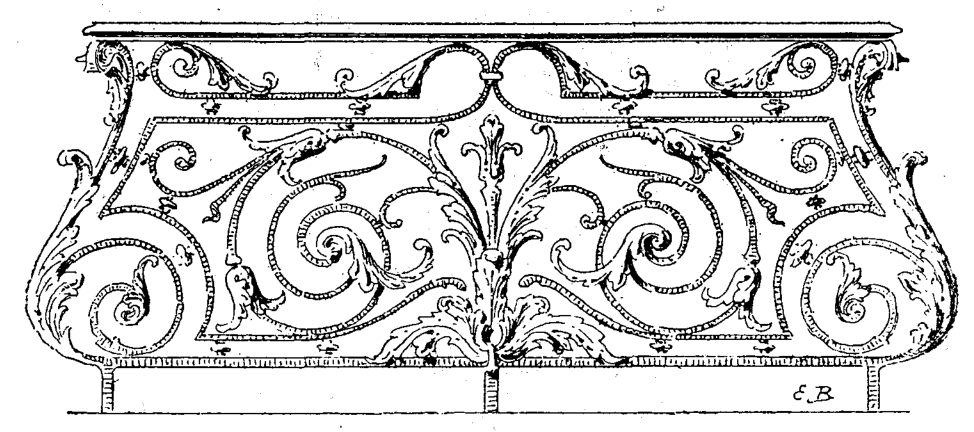
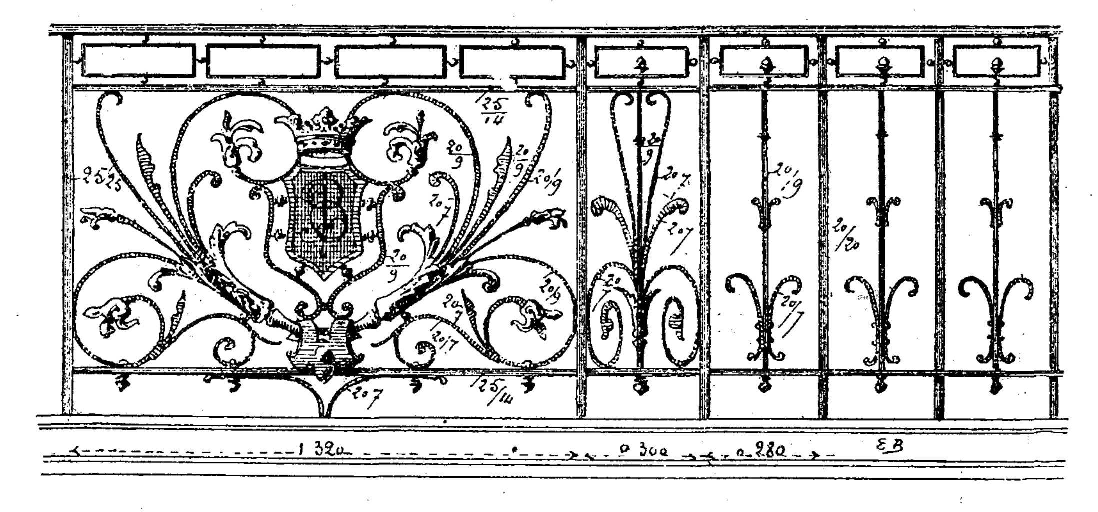


Fig. 772.

barrotes; los motivos de relleno son de hierro plano ensamblado a medio hierro.



Figs. 773 y 774.

En los grandes balcones corridos se motivan los huecos por paneles especiales (figs. 773 y 774), separados del balcón propiamente dicho por pequeños paneles, para no pasar demasiado bruscamente del panel decorado al balcón sencillo, y además para encuadrar el motivo principal.

Barandillas de balcones al ras de fachada

Los balcones sin saliente pueden ir cerrados por una barandilla de 1 m. de altura, o por un zócalo de mampostería

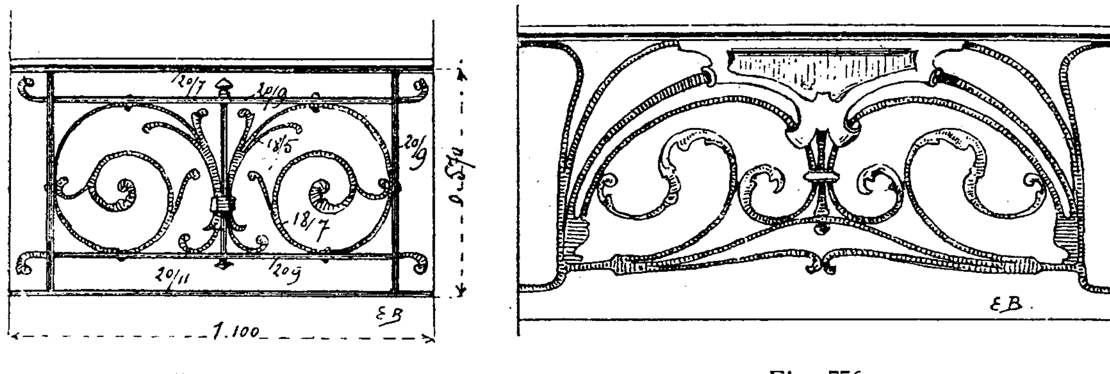


Fig. 775. Fig. 776.

y antepecho de reja; según la altura del zócalo, el antepecho tiene de 0,35 a 0,60 m. de altura, y va enrasado con el para-

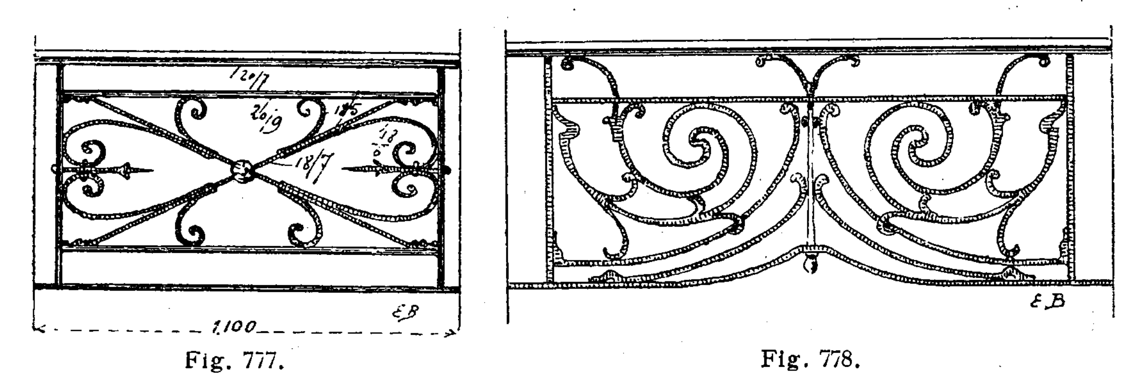


Fig. 777. Fig. 778.

mento cuando las persianas no le alcanzan, y con un ligero saliente (unos 10 cm.) cuando las persianas han de alojarse entre las hojas del balcón y el antepecho.

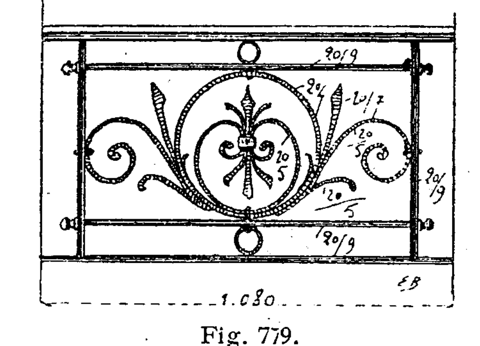


Fig. 779.

Estos antepechos, en caso de saliente, están doblados en ángulo recto; la unión se efectúa por medio de pasadores montados en el barrote del ángulo y por chavetas sobre las traviesas, lo mismo que para los grandes balcones.

Los cinco tipos que presentamos van empotrados sin sobresalir del paramento; en este caso el pasamano es de madera (figs. 775 a 779).

ANTEPECHOS DE VENTANA Y BARRAS DE APOYO

Los antepechos de ventana difieren de los de balcón en

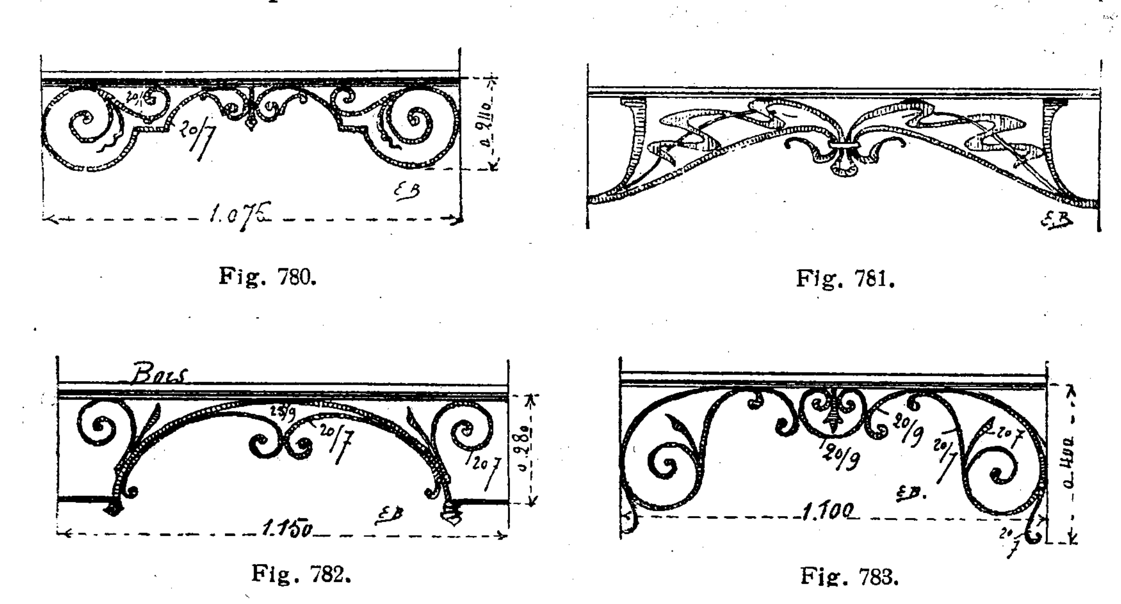


Fig. 780.

Fig. 781.

Fig. 782.

Fig. 783.

que no tienen traviesa inferior; las figuras 780 a 787 presentan ejemplos de ello; la altura varía de 0,35 a 0,45 m.

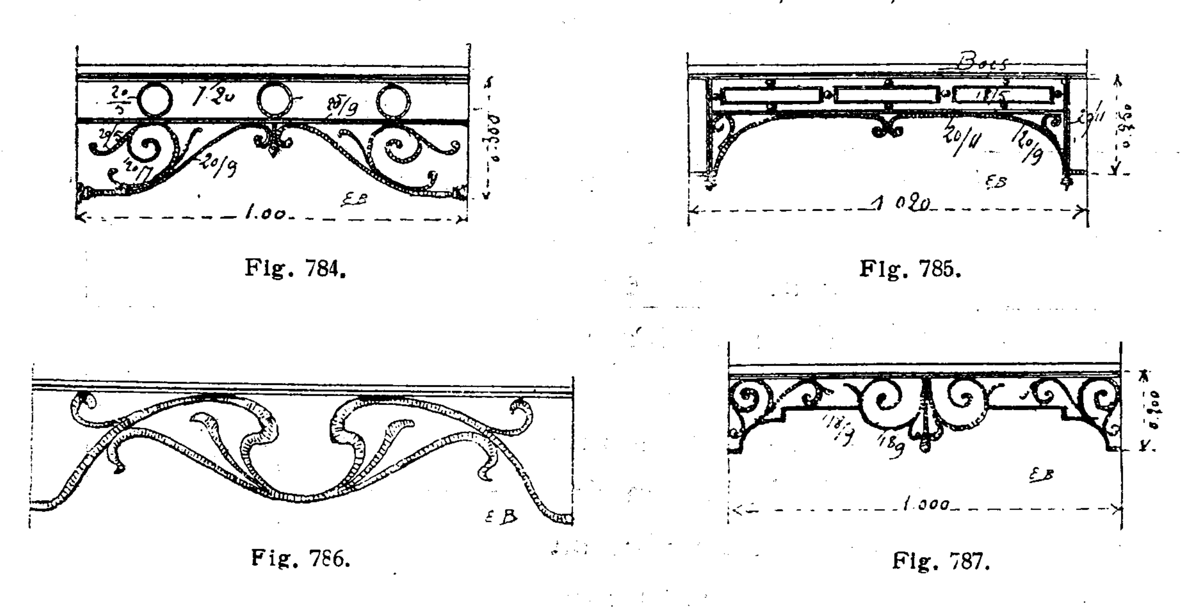


Fig. 784.

Fig. 785.

Fig. 786.

Fig. 787.

Se les da el nombre de barras de apoyo cuando tienen altura menor, que varía de 0,320 a 0,30 m.

Apoyos de comunión

Los apoyos de comunión tienen aproximadamente 0,80 m. de altura; generalmente están tratados en estilo gótico o de

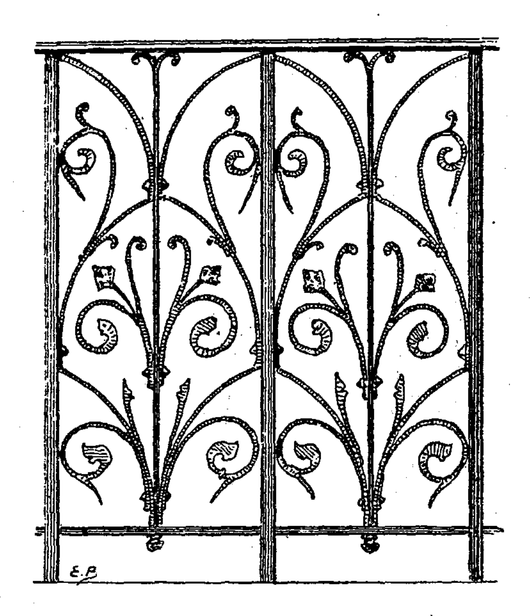


Fig. 788.

la edad media; el motivo que presentamos en la figura 788 está construído de hierro cuadrado de 0,018 m. con relleno de pletina de 0,016 × 0,007 m.

Barandillas de escalera

Las barandillas se hacen con barrotes o con relleno, a la inglesa en saliente o a la francesa, es decir, colocados sobre la zanca.

El modelo de la figura 789 es de barrotes principales curvados y empotrados en el escalón (fig. 790); un collar asimismo de empotramiento recibe el barrote a la altura del centro del escalón siguiente.

Los barrotes tienen una separación igual a la huella y están reunidos entre sí por traviesas de hierro plano acoda-

das en forma de Z y remachadas o atornilladas a los barrotes; un pequeño barrote retorcido llena el hueco.

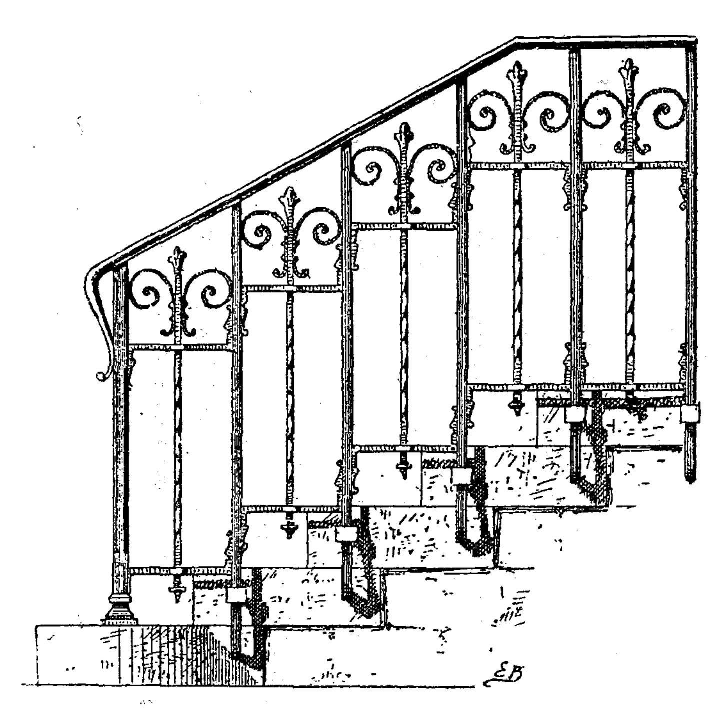


Fig. 789.

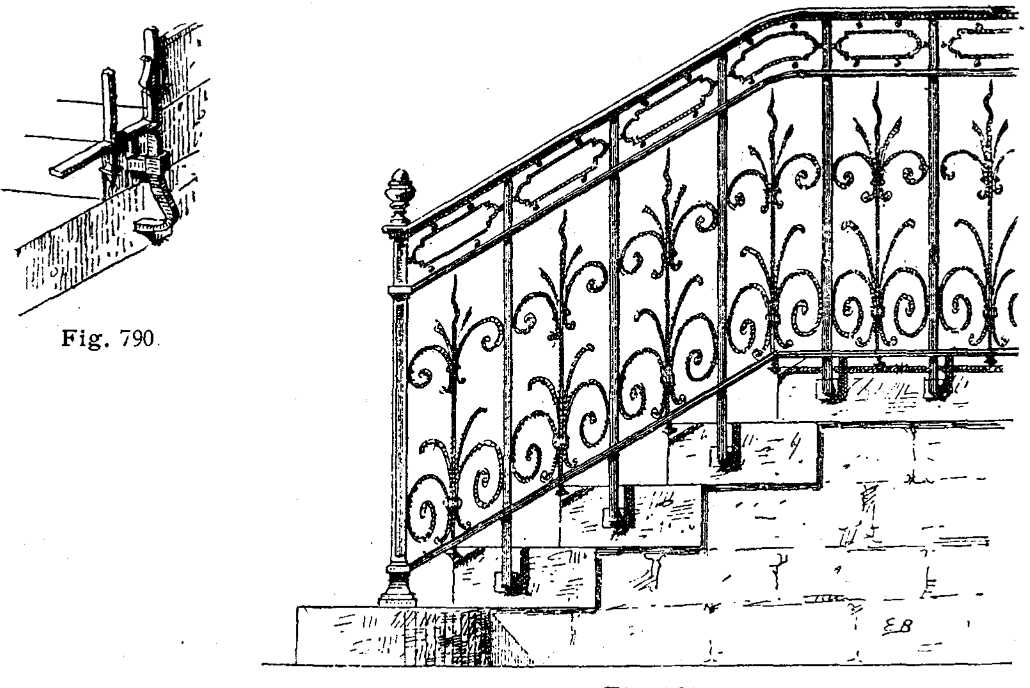


Fig. 790.

Fig. 791.

A veces es suficiente un simple empotramiento en cada barrote, como en la figura 791, y el relleno independiente de la barandilla puede montarse en su sitio después de colocada aquélla.

En las zancas rectas o a la francesa (figs. 792 a 796) los barrotes van empotrados verticalmente en la piedra.

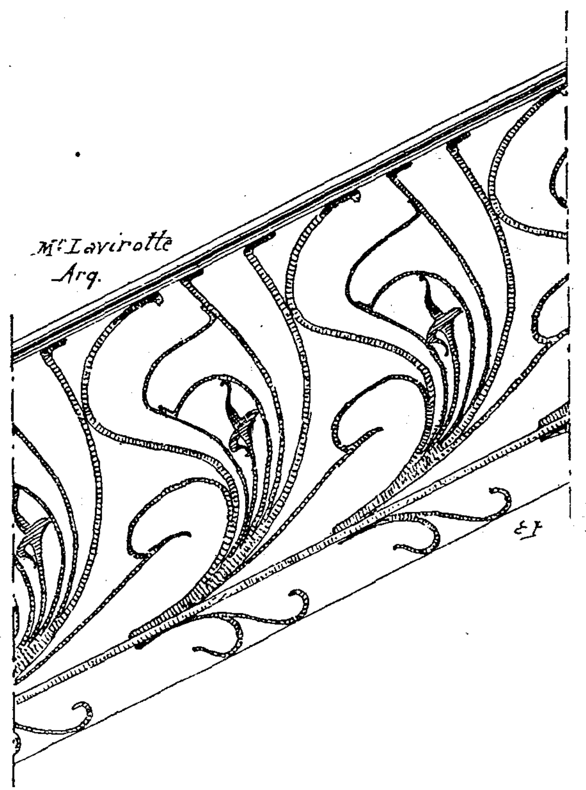


Fig. 792.

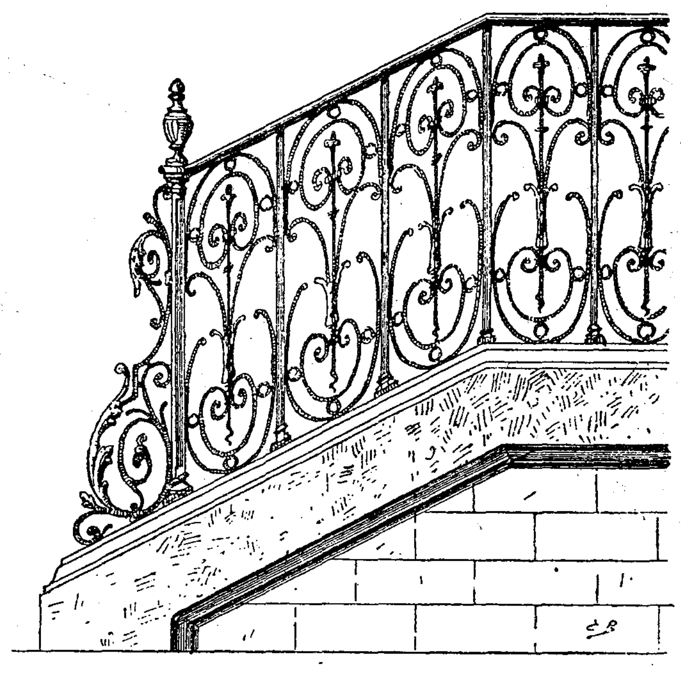


Fig. 793.

En la figura 797 se ha representado un procedimiento mixto; el barrote va adosado a la contrahuella y empotrado

en la huella (aproximadamente 0,033 m.), siendo recibido por un collar empotrado en la contrahuella a 0,10 m. por lo menos de la extremidad.

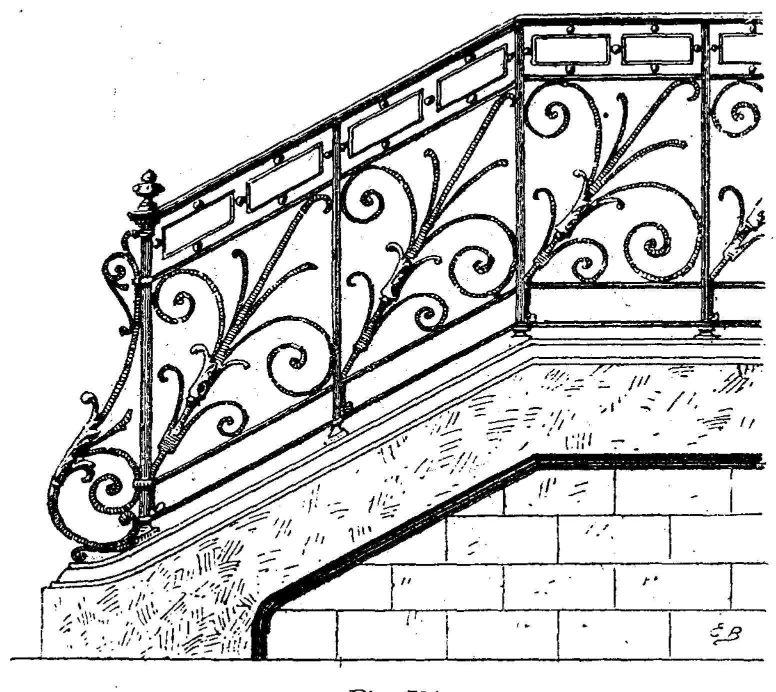


Fig. 794.

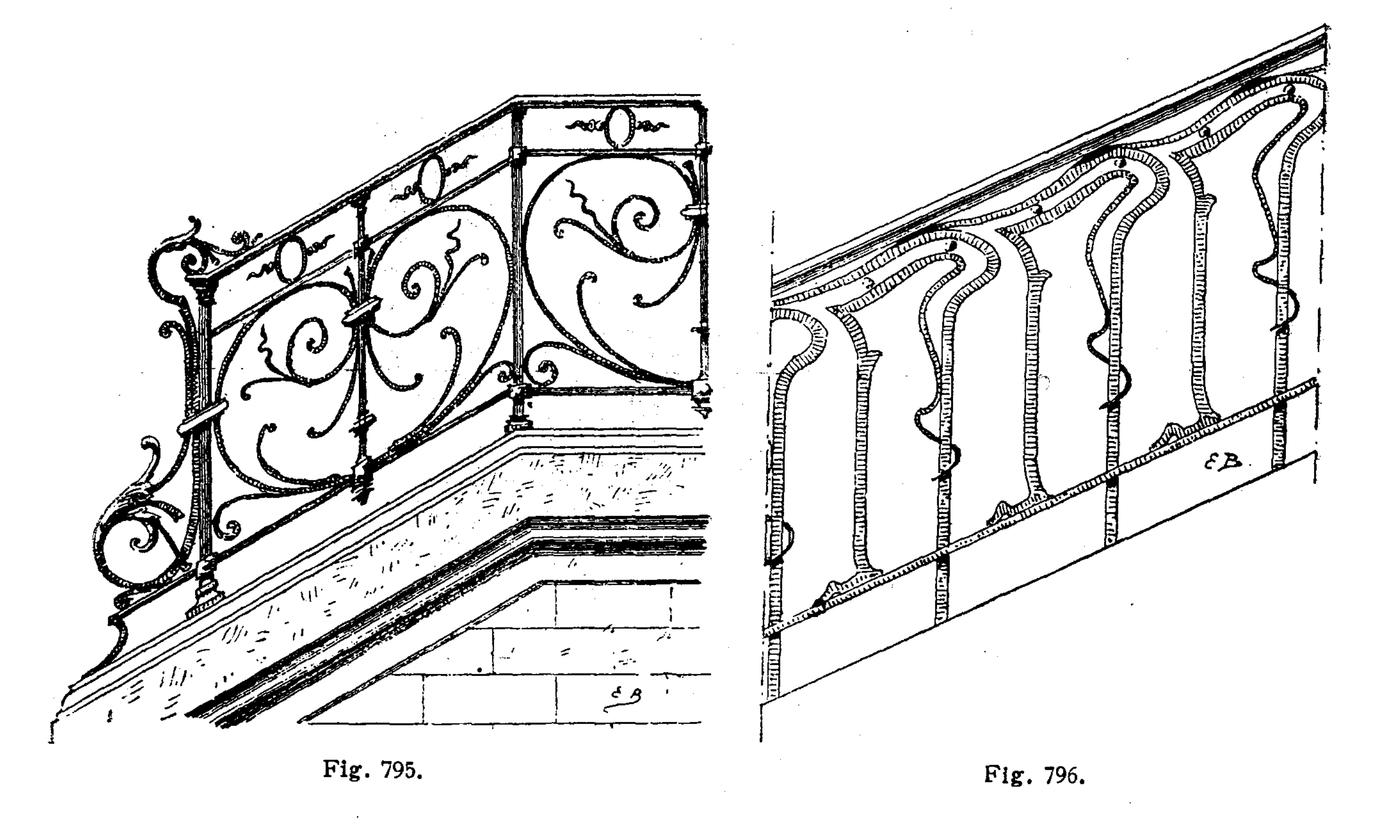


Fig. 795.

Fig. 796.

Todas estas barandillas son de hierro forjado con motivos estampados u hojas repujadas; la altura de la barandilla,

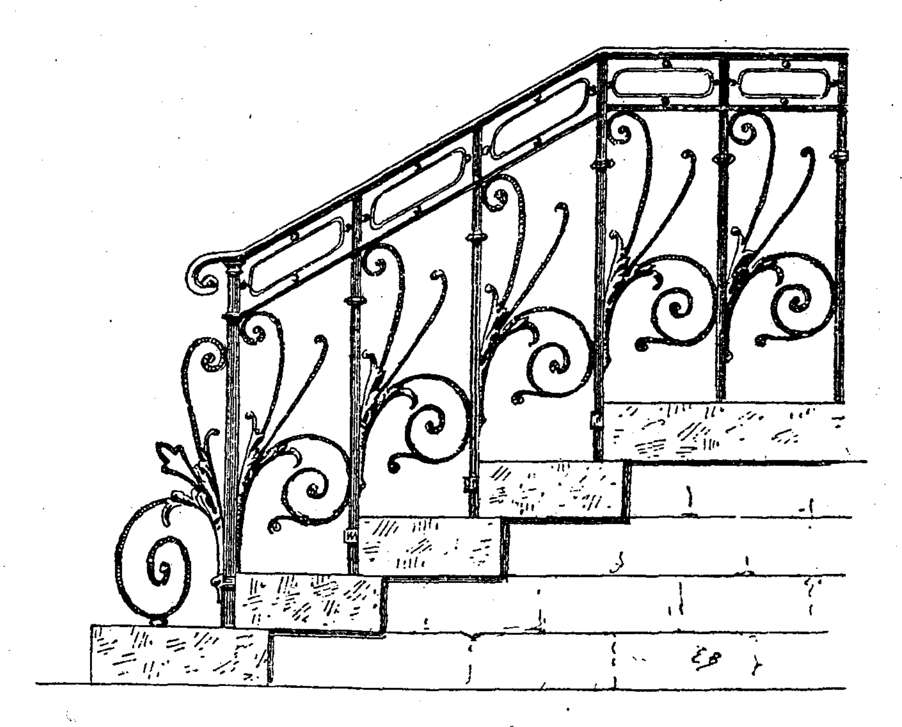


Fig. 797.

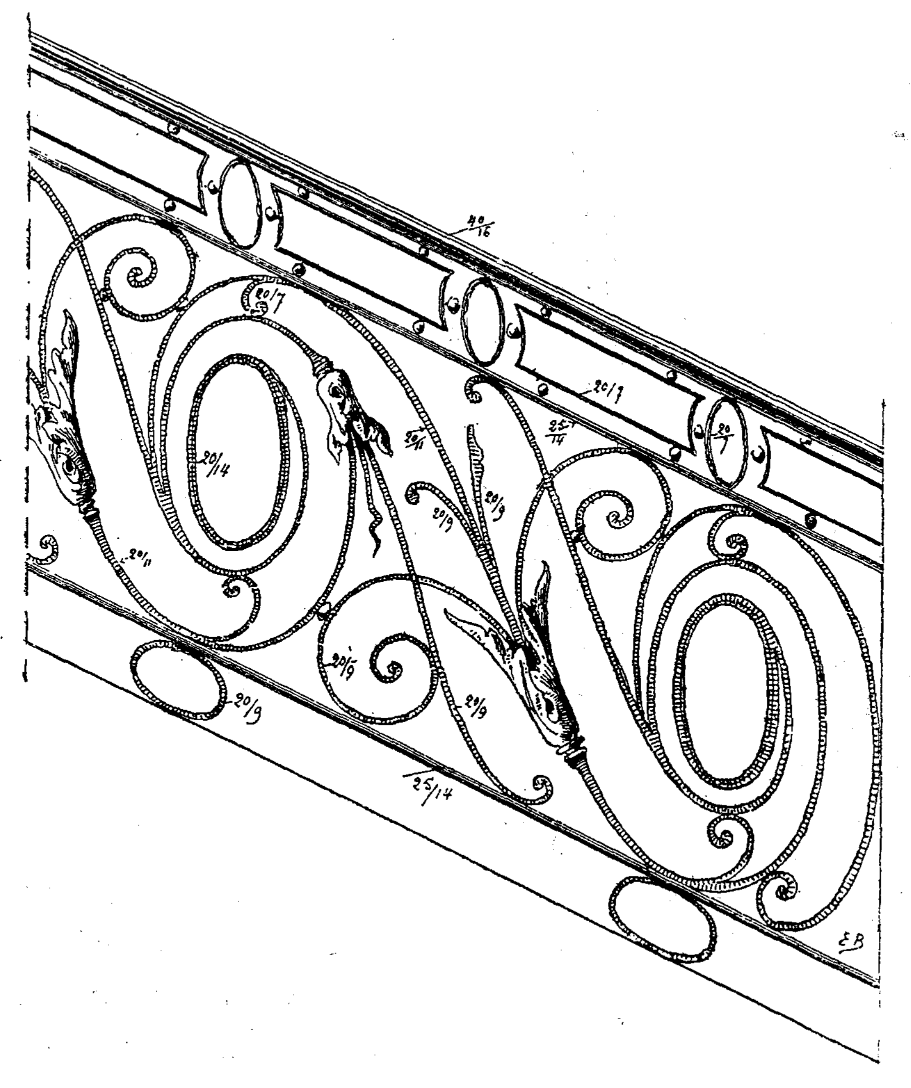


Fig. 798.

medida verticalmente desde el borde del escalón, es de 1 m.

La figura 798 es una barandilla estilo Luis XVI, enteramente de hierro; su mejor aplicación la tiene en la escalera semicircular; los entrelazados y volutas le dan un aspecto muy ligero y elegante.

PILAROTES DE ARRANQUE

El pilarote de arranque de la barandilla va casi siempre acompañado de una consola invertida que a modo de arbotante o tornapunta lo arristra y forma el remate de la barandilla sobre la zanca.

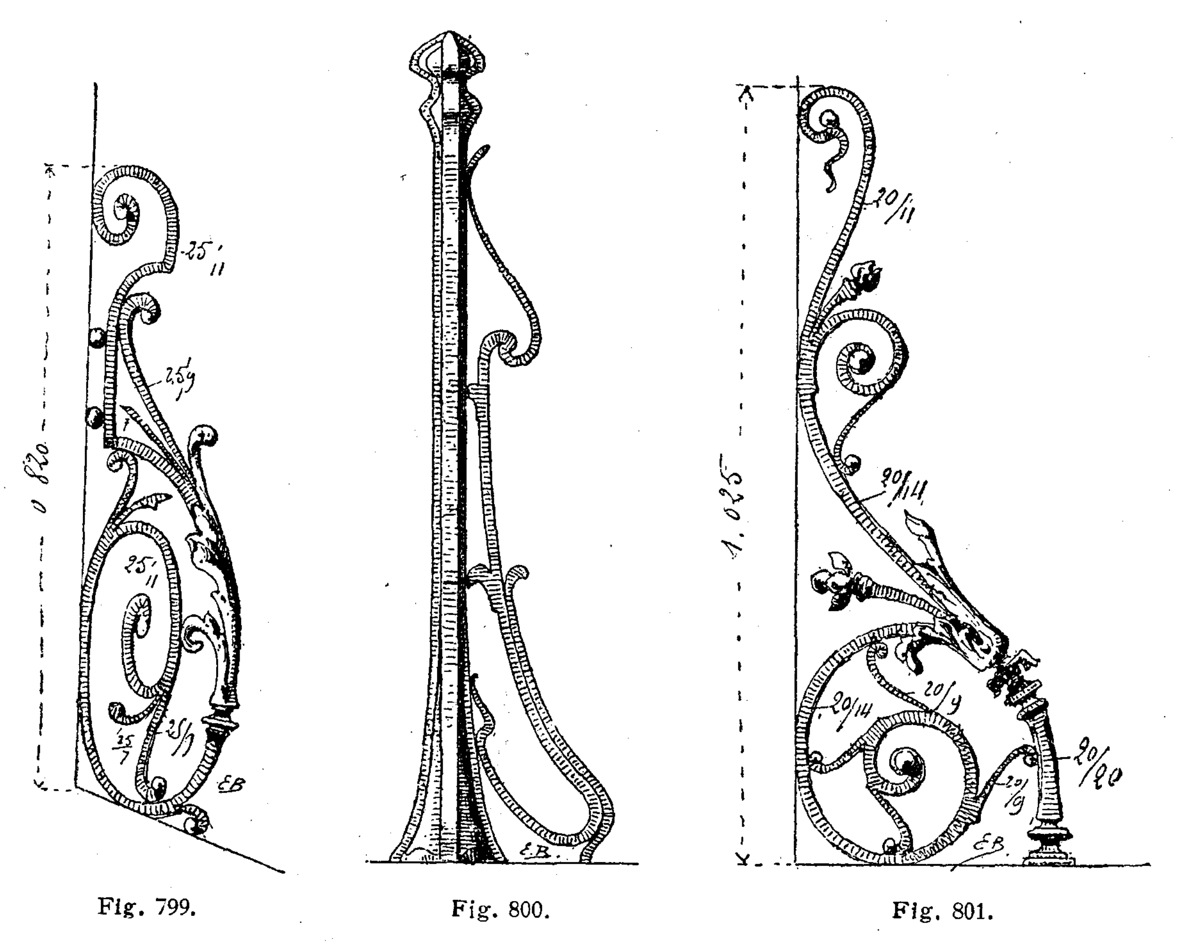


Fig. 799. Fig. 800. Fig. 801.

La consola debe ser poco ancha; si el tramo de barandilla es pequeño se puede emplear una consola del género representado en la figura 799, que está formada por un grueso hierro plano, guarnecido con volutas y una hoja de chapa repujada, o bien un pilarote como el de la figura 800

formado por hierros planos agrupados en forma de haz.

En el caso de arrancar del suelo horizontal, la consola puede afectar la forma que se indica en la figura 801; las partes perfiladas que se ven en el dibujo exigen una masa de hierro bastante grande; se obtiene ésta por el recalcado; la forma se da en desbaste en la forja y se termina con el cincel y la lima.

El modelo de la figura 802 está estudiado para un pilarote de mayor robustez; su decorado está formado por dos hojas

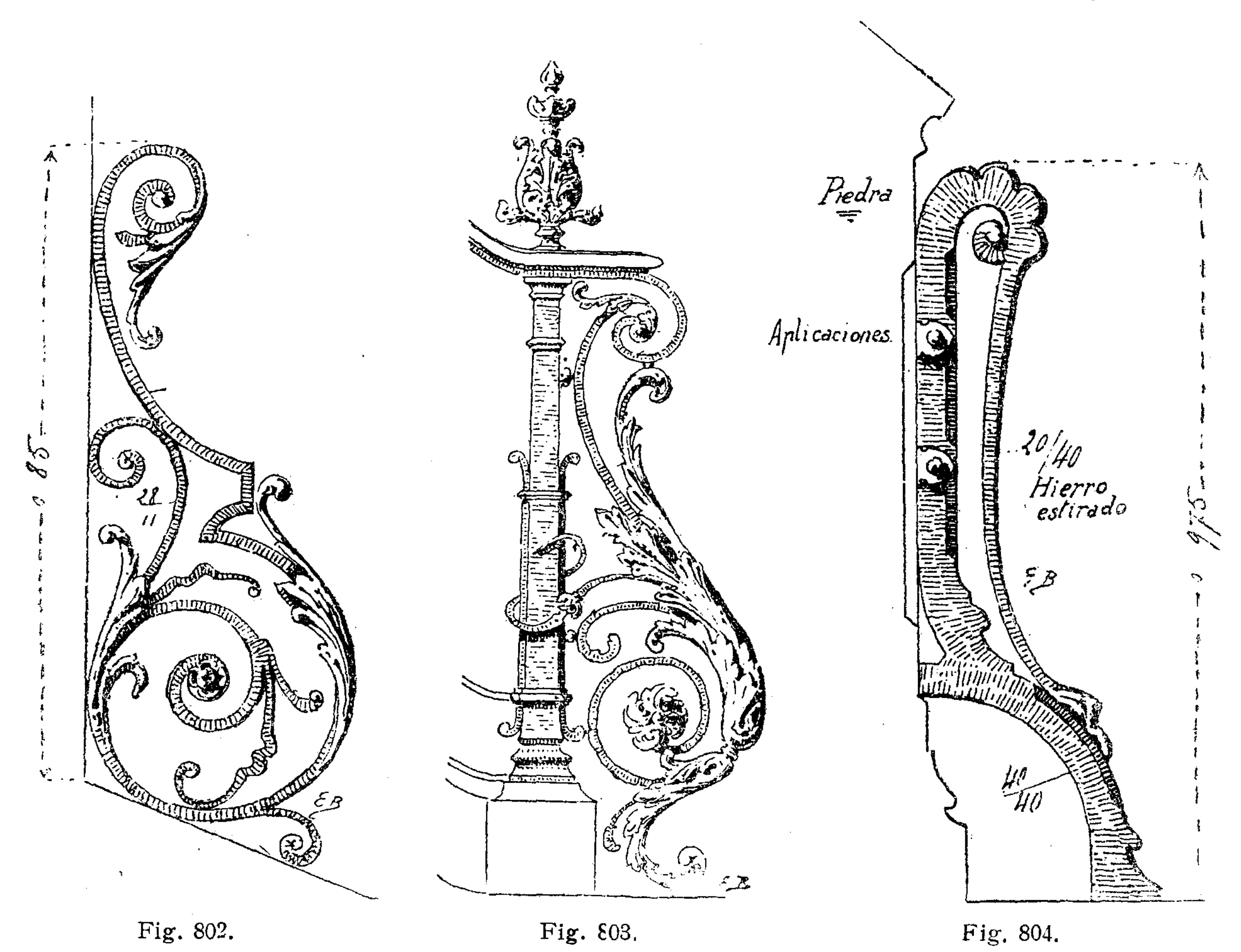


Fig. 802. Fig. 803. Fig. 804.

de chapa o de bronce. La figura 803 es un modelo de follaje.

Para las consolas de arranque, en general, aconsejamos adelgazar lo menos posible las secciones de los hierros para evitar que se falseen las formas.

En una barandilla terminada por una pilastra de piedra la consola de remate debe tener más cuerpo para armonizar las formas, aunque la solidez esté asegurada por la masa del

pilarote de fábrica; nuestra figura 804 ofrece un ejemplo de ello, la unión está hecha por pequeñas patillas empotradas en la pilastra de piedra.

La forma indicada en la figura 805 debe ser empleada para consolas de sección constante; adelgazar las volutas daría las líneas defectuosas.

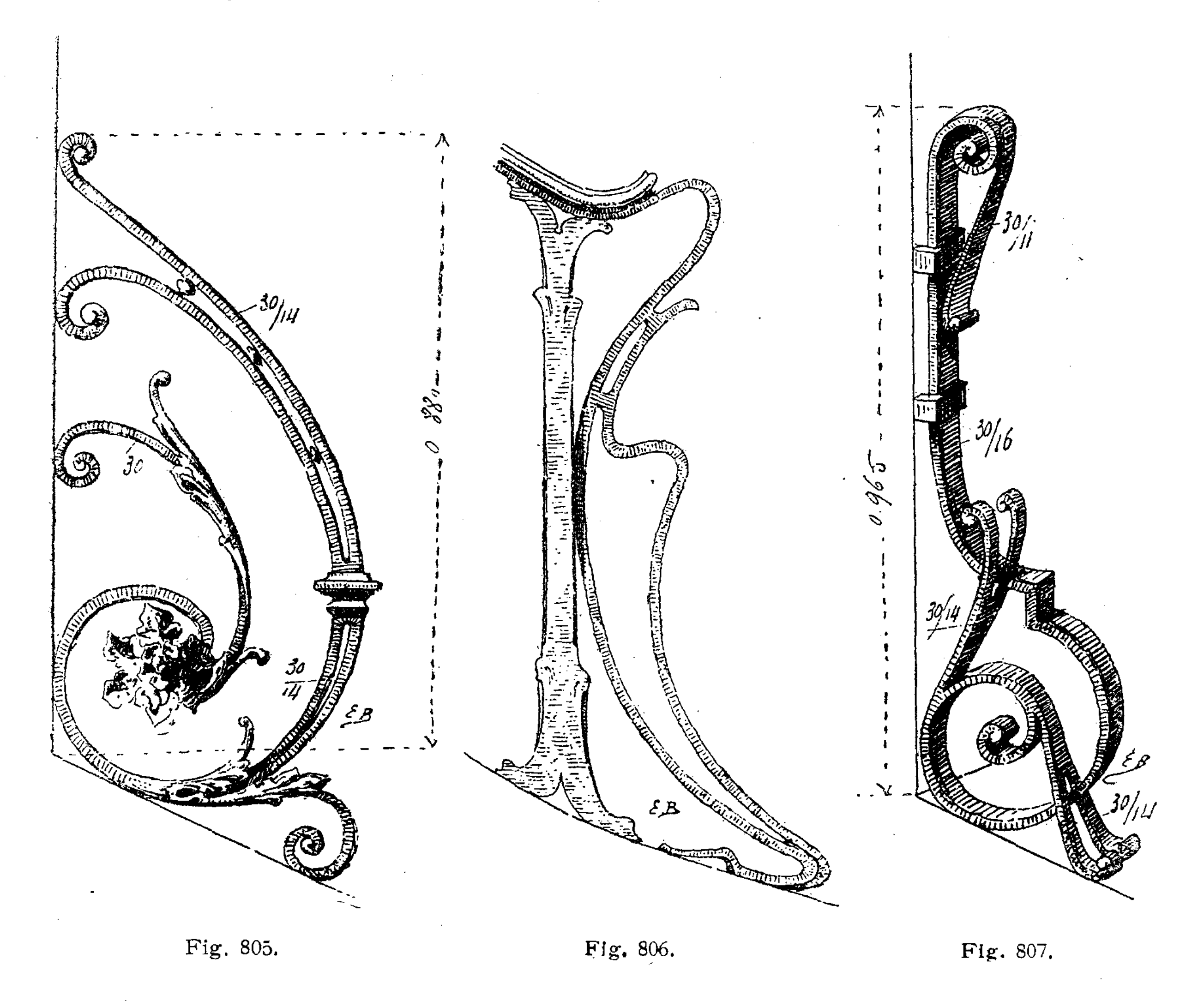


Fig. 805. Fig. 806. Fig. 807.

Esta consola está compuesta con dos hierros, soldados en parte, separados gradualmente, arriostrados y oprimidos por un anillo.

La figura 806 presenta un ejemplo de pilarote de arranque del estilo de arte moderno.

Otra solución consiste en aplanar el hierro, forjar con él las volutas, cortarlas y separarlas haciéndolas pasar una a cada lado del arrollamiento principal (fig. 807).

Tumbas

Cercados de tumbas

Los cercados de tumbas tienen aproximadamente 1,90 × × 0,90 y 0,70 m. de altura; se hacen de hierro cuadrado de 0,014 a 0,016 m. para las crucetas, y 0.020 para los montantes y traviesas; los ángulos van guarnecidos con piñas de fundición.

Se construyen también de hierro forjado y decorados según el estilo de croquis de la figura 808.

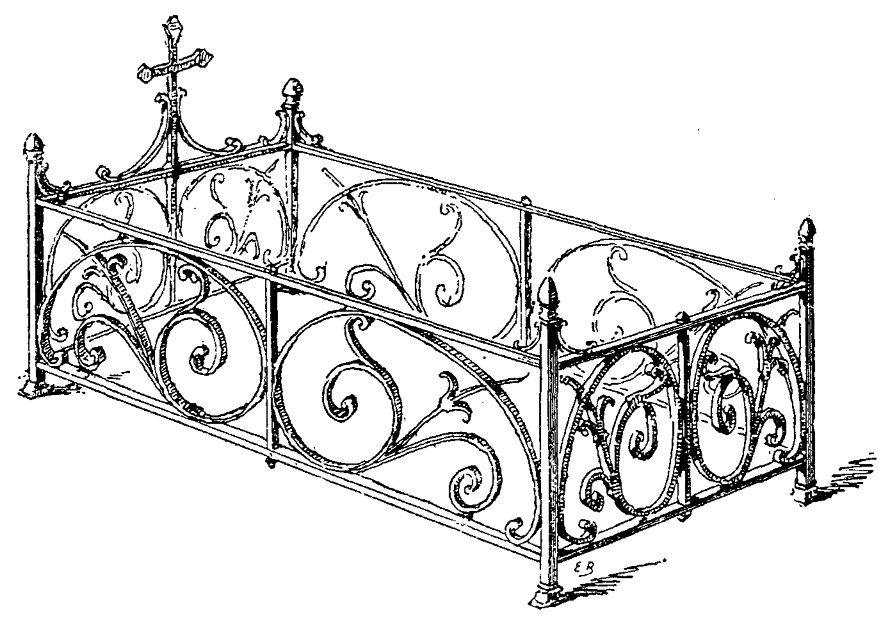


Fig. 808.

Este cercado está formado por cuatro montantes de 0,025 m., provistos de sus correspondientes basas y remates; las traviesas son de hierro cuadrado de 0,022, y las volutas de hierro plano de 0,020 × 0,009 y 0,020 × 0,007 m.

Como es natural, se hacen cercados de tumbas mucho más decorados que el que precede; nuestra figura 809 ofrece un ejemplo de ello de estilo modernista para una concesión de 1.50 × 2,00 m.

Estos cercados pueden recibir un relleno de volutas de un estilo cualquiera (fig. 810).

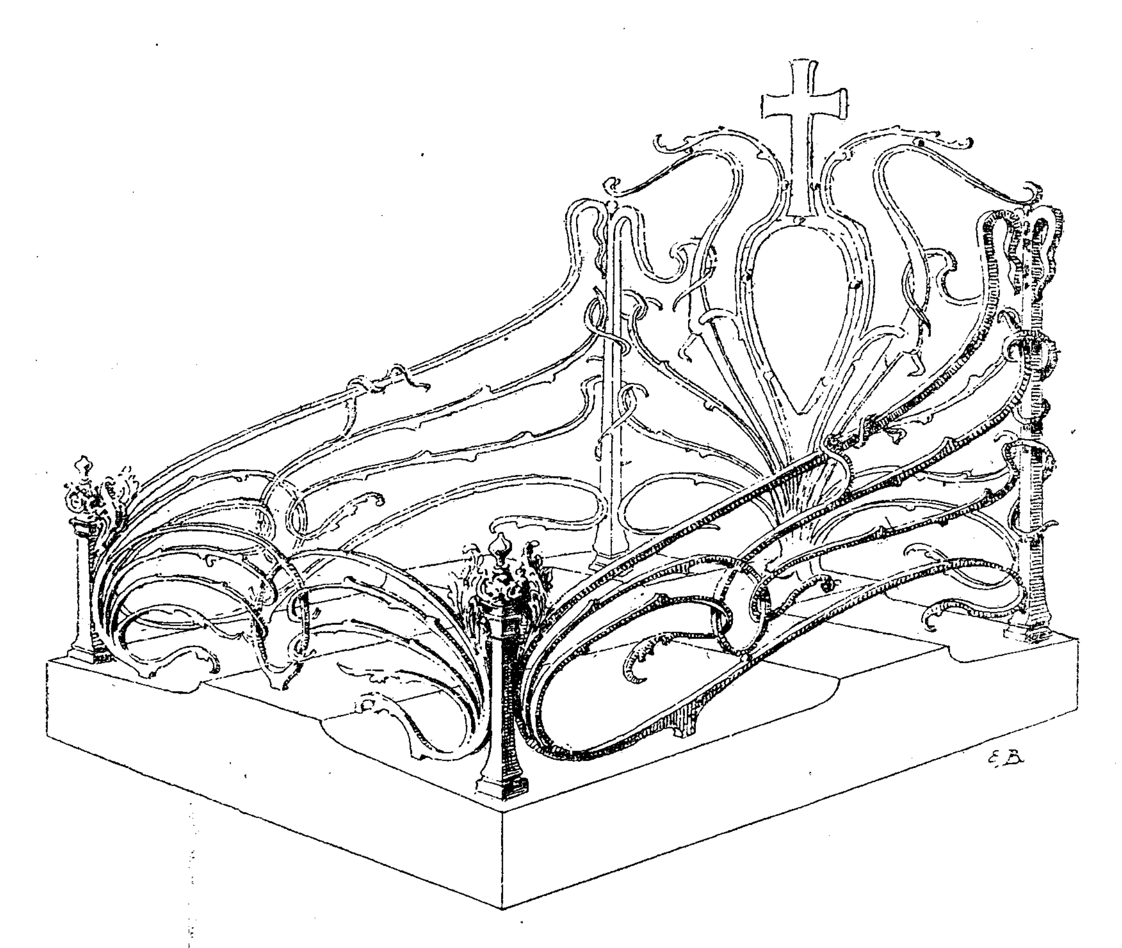


Fig. 809.

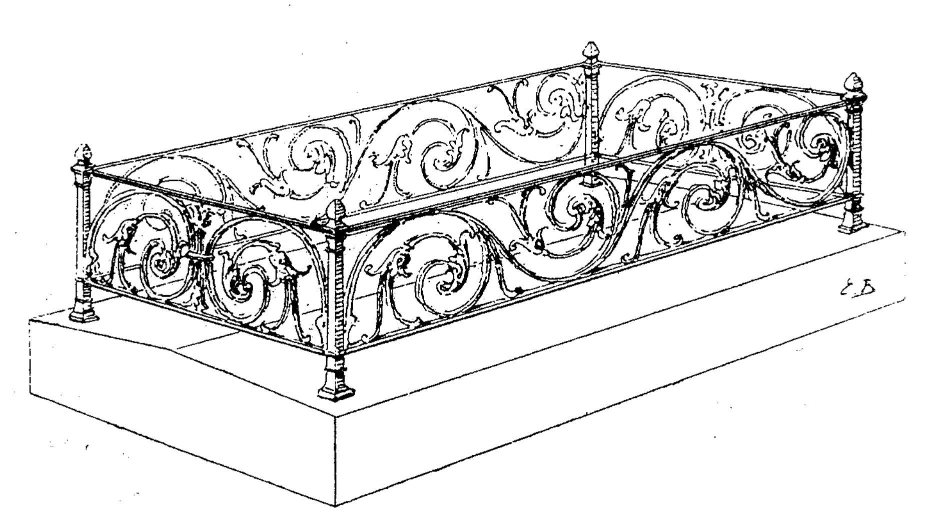


Fig. 810.

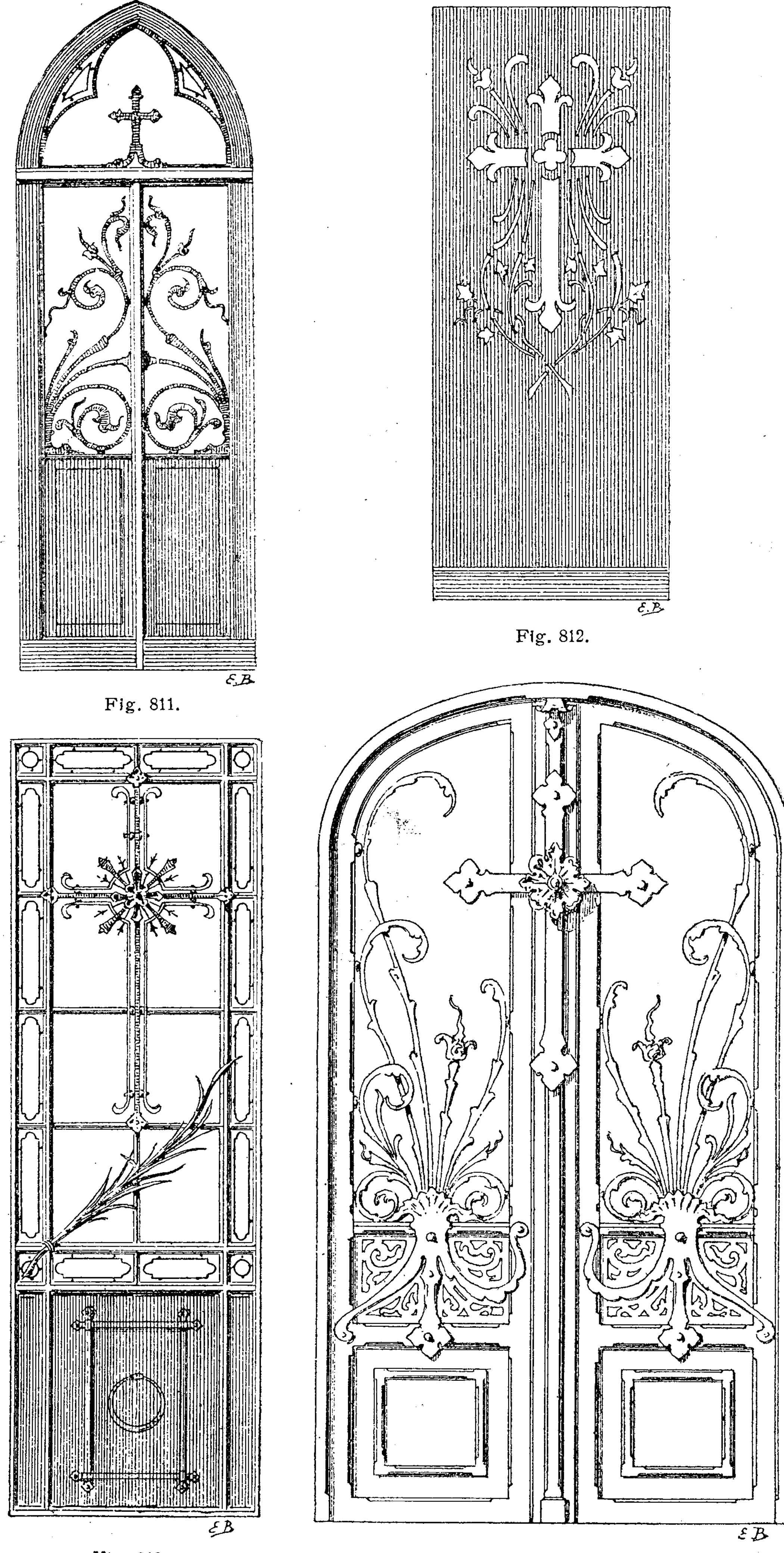


Fig. 811.

Fig. 812.

Fig. 813.

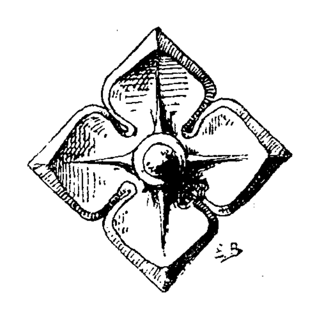
Fig. 814.

PUERTAS DE CAPILLAS FUNERARIAS

Se hacen muchas puertas de capilla de chapa (fig. 812) empleando el recortado como ornamentación. En general, figura en ellas la cruz como motivo principal.

De chapa y de hierro forjado (figs. 811 y 813). Son estas puertas más ricas y van bordeadas por un marco de hierro ranurado que contiene un cristal.

La figura 814 representa una puerta para una gran capilla. Está construída de chapa recortada lisa y de hierro forjado. La cruz va aplicada sobre ella y montada sobre la hoja durmiente de la puerta.



CAPÍTULO XIII

Elementos diversos de cerrajería y de herrería artística

MOTIVOS PARA CORONAMIENTOS. — Motivos centrales. Motivos de ángulo. Festones de ornamentación corriente. Lambrequines de hierro, de fundición maleable, de hierro ranurado. Motivos de ornamentación de canalones.
PERNIOS .— Falsos pernios.
CONSOLAS. — De hierro ensamblado. De chapa recortada. De hierro forjado. Empotramiento de las consolas.
CRESTERÍAS Y REMATES. — Espigas.
MOTIVOS DIVERSOS.—Anclajes decorados.—Ganchos de canalones.—Cimacios y motivos de terminación.—Medallones de decoración de canalones, frisos, etc. — Tuercas decoradas. — Tornillos decorados. — Clavos decorados. — Rosetas. — Palmetas. — Cerrojos.—Pestillos.— Aldabillas. — Llamadores de puerta. — Empuñaduras para tirar. — Cerraduras.—Ojos de las cerraduras. — Llaves decoradas. — Cruces. — Armaduras de pozos. — Portainsignias.—Portalinternas.— Soportes de campanas. — Morillos. — Perchas. — Pupitre-atril.

Hemos reunido en este capítulo todos los elementos aislados que pueden concurrir al conjunto de un proyecto. Los ejemplos son numerosos y variados, en particular por lo que se refiere a la construcción decorativa.

Motivos para coronamientos

MOTIVOS CENTRALES

Los canalones, los frisos y las partes superiores de las puertas de hierro van casi siempre coronados por un motivo

que los pone de relieve, los hace destacar y, en cierto modo, señala el punto central o la entrada.

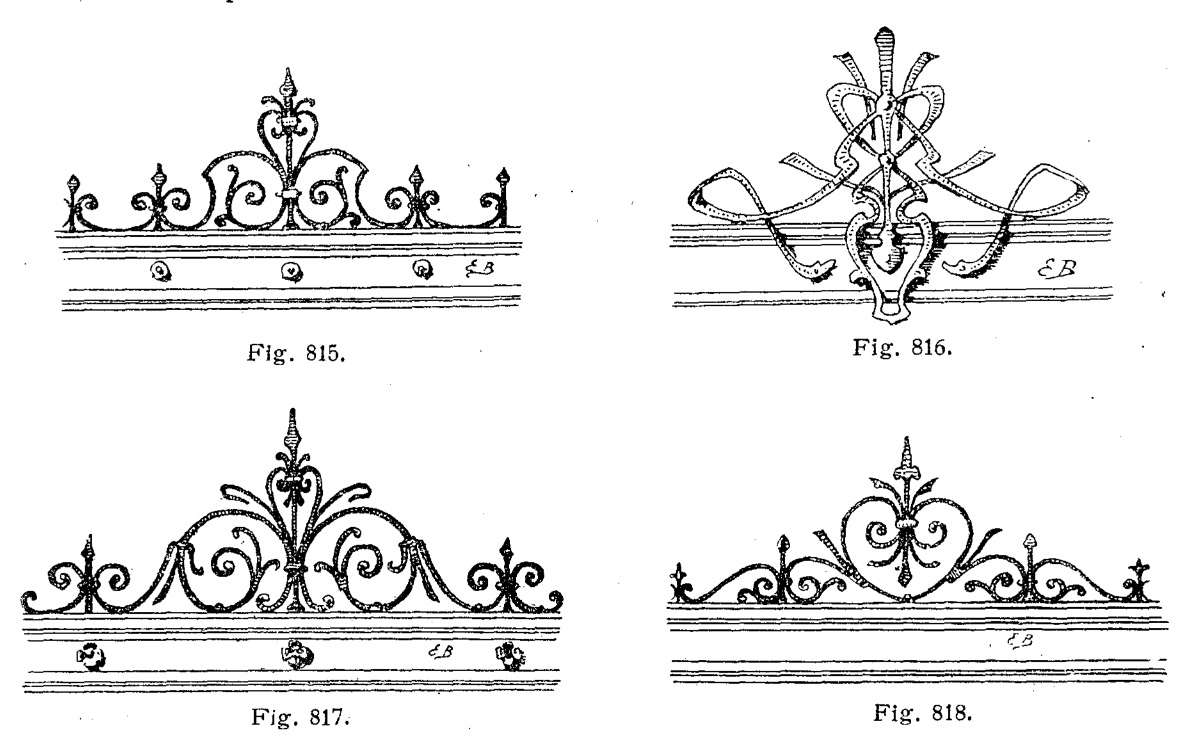


Fig. 815. Fig. 816.

Fig. 817. Fig. 818.

Los canalones se decoran en el centro y en los ángulos, y algunas veces todos ellos.

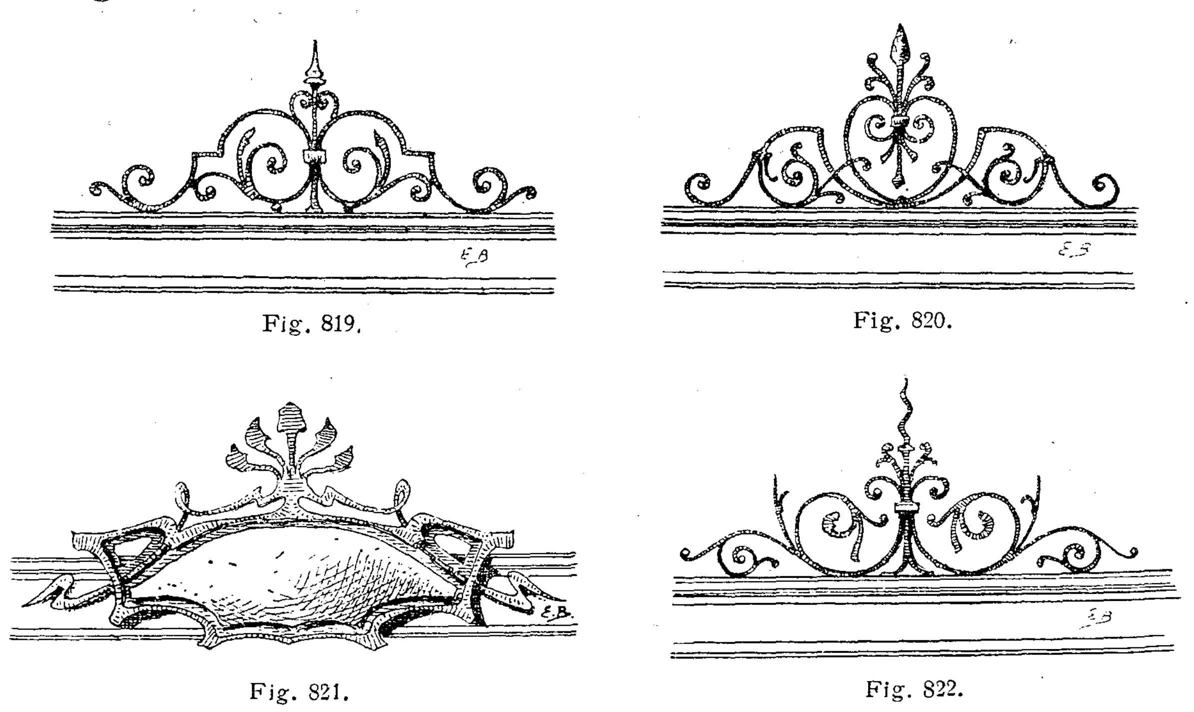


Fig. 819. Fig. 820.

Fig. 821. Fig. 822.

El motivo central puede ser de menor importancia, como en la figura 815, si no se quiere acentuar demasiado el eje.

Las figuras 816 a 826 son ejemplos graduados para facilitar la elección. Como se ve en la figura 823, las cinco ramitas

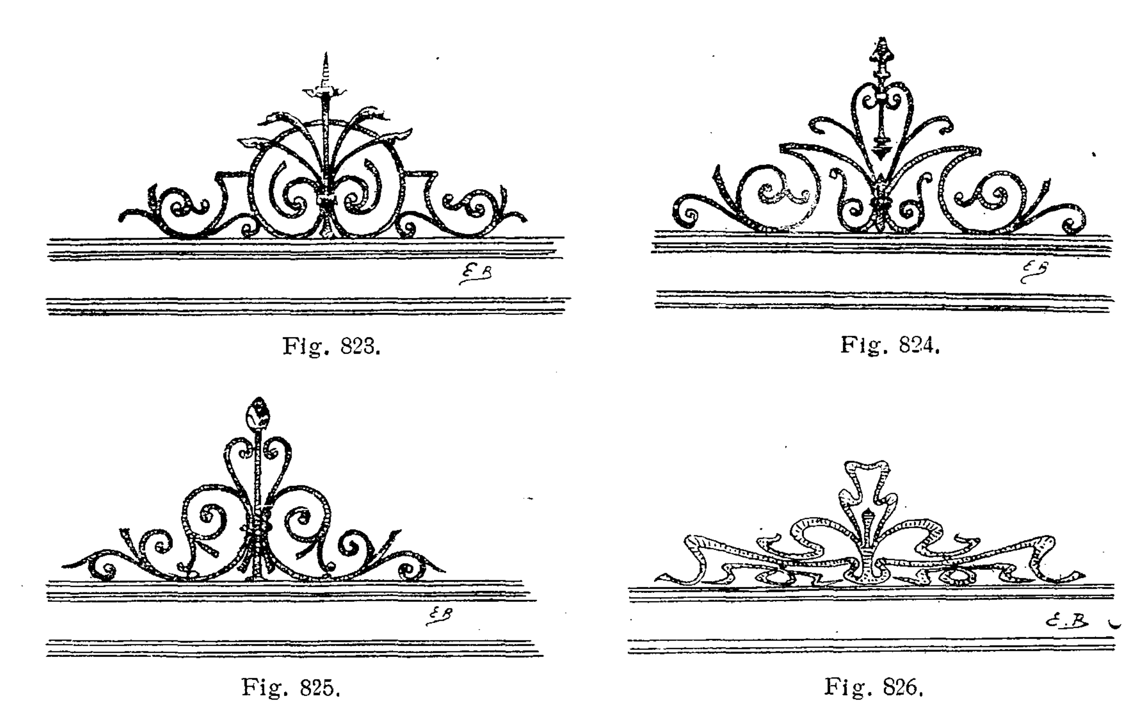


Fig. 823. Fig. 824.

Fig. 825. Fig. 826.

del centro van aplanadas y arrolladas formando cuernos de carnero.

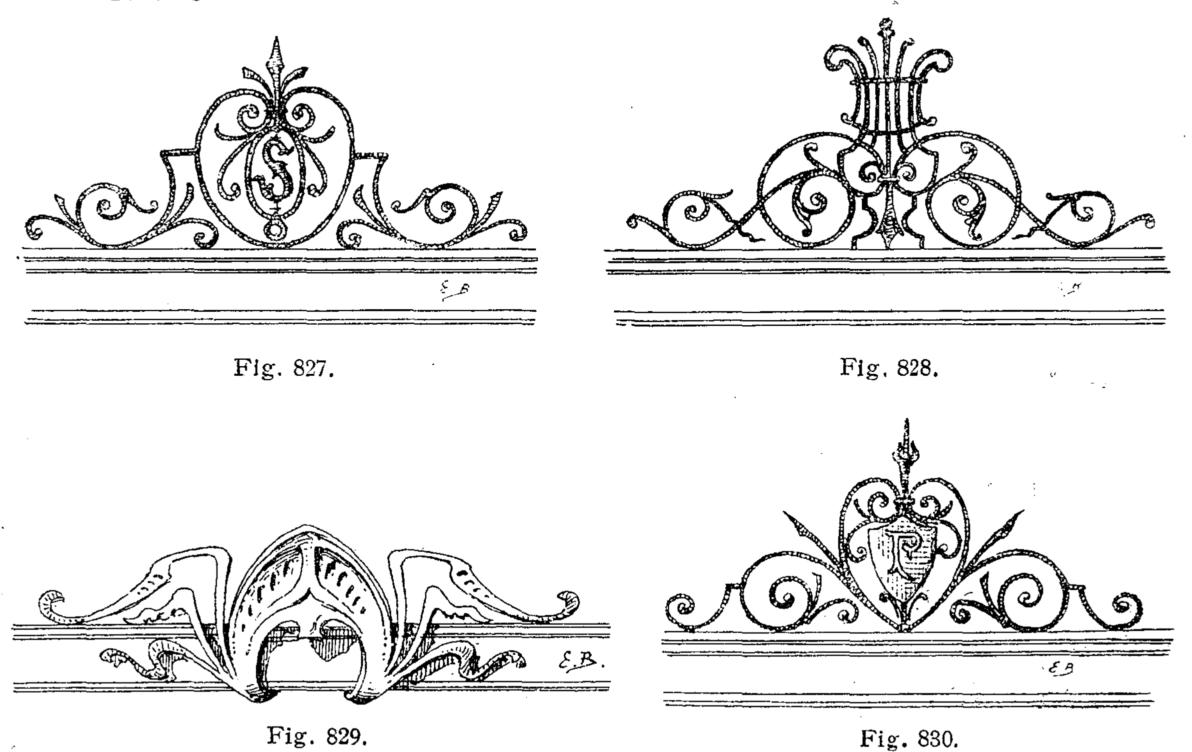


Fig. 827. Fig. 828.

Fig. 829. Fig. 830.

Estos pequeños frontones pueden ir guarnecidos en el centro por una cifra, como en la figura 827, o bien servir de

atributo, como en la figura 828 que representa una lira. La figura 829 es una variante.

El de la figura 830 lleva un escudo, sobre el cual se aplica una cifra de metal recortado.

Todos estos motivos se hacen con hierros muy ligeros (0,009 m. de grueso, y 0,020 m. de anchura como máximo); por lo demás, los adornos corrientes que damos más adelante acotados darán la norma de los hierros que deben emplearse en estos motivos.

Motivos de ángulo

Los motivos indicados aquí han sido estudiados para acompañar a los motivos centrales; así, por ejemplo, la figu-

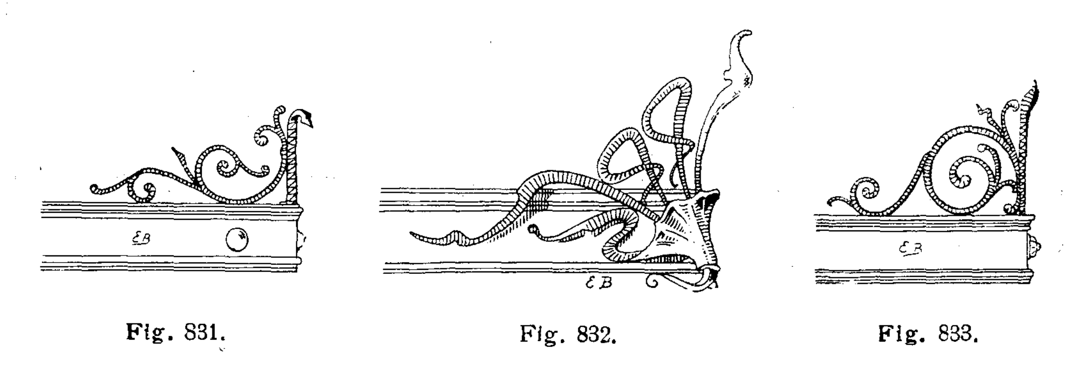


Fig. 831. Fig. 832. Fig. 833.

ra 831 es el motivo de ángulo de la figura 822; el de la figura 833 puede acompañar al motivo de la 830, o al de la 823.

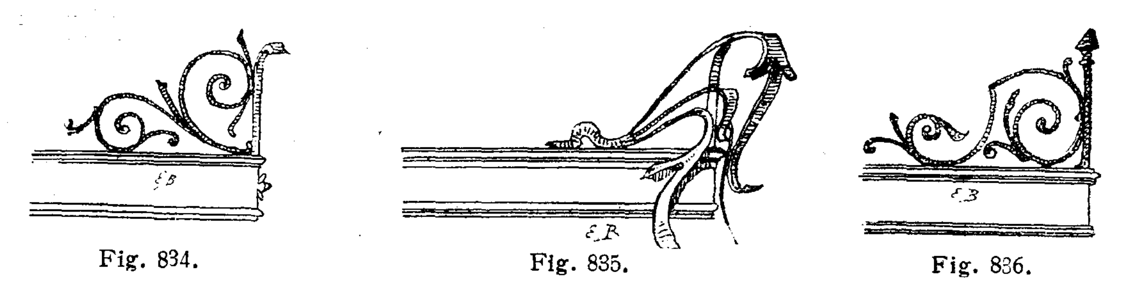


Fig. 834. Fig. 835. Fig. 836.

La figura 832 es el complemento de la figura 816; la figura 834 de la 825; la figura 835 de la 821 o de la 829, la figura 836 puede acompañar al motivo de la 827; finalmente las figuras 837 y 838 pueden hacer juego con las 828 y 830.

Las esquinas están formadas por un hierro cuadrado, a veces por un angular; la parte alta va forjada en palmeta o recibe un remate.

Todos estos motivos se fijan a tornillo sobre la parte superior del canalón; se colocan sobre la guarnición de plomo

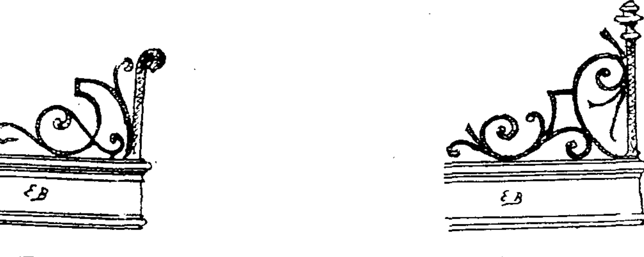


Fig. 837. Fig. 838.

o de zinc, y se fijan en seguida teniendo cuidado de cubrir con cerusa el tornillo y el punto de contacto.

Festones de ornamentación corriente

Los festones pueden estar compuestos de ces (fig. 839) separadas por pequeños montantes; se remacha todo sobre una tira colocada con baño de cerusa sobre el canalón o sobre el friso.

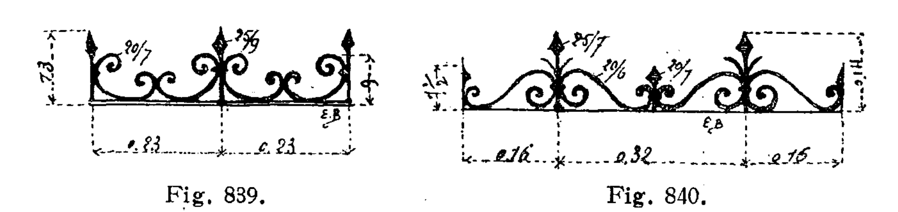


Fig. 839. Fig. 840.

La figura 840 está compuesta de eses consecutivas separadas igualmente por pequeños montantes.

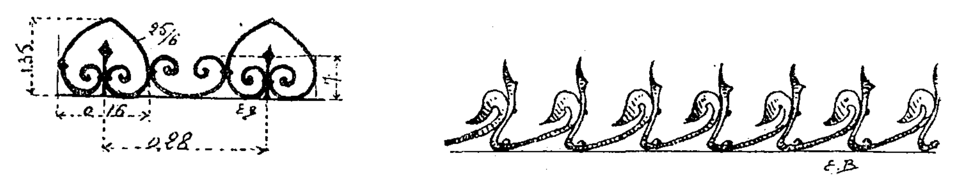


Fig. 841. Fig. 842.

Las ces en forma de huevo (fig. 841) son grandes ces ligeramente acodadas en el centro; se pueden colocar yuxtapuestas o aisladas como lo indicamos para otra ornamentación. La figura 842 representa un motivo corriente.

La figura 843 es una variante del primer ejemplo, con

montante que lleva un florón; se le puede también estampar dándole la forma de palmeta o de lanza como en la figura 844;

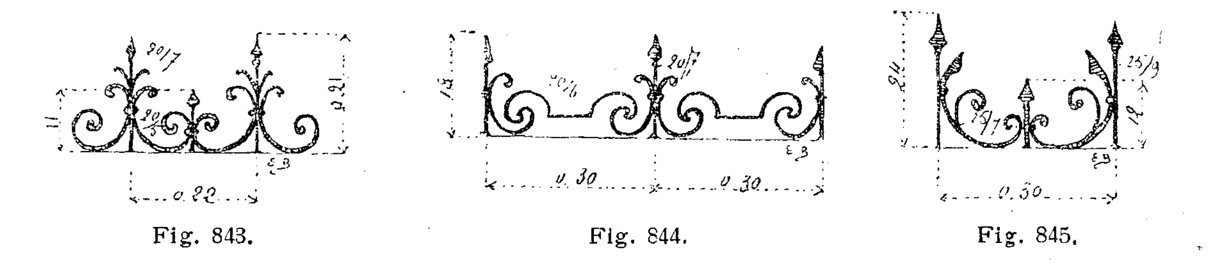


Fig. 843. Fig. 844. Fig. 845.

aquí el adorno entre montantes va contraarrollado, es decir,

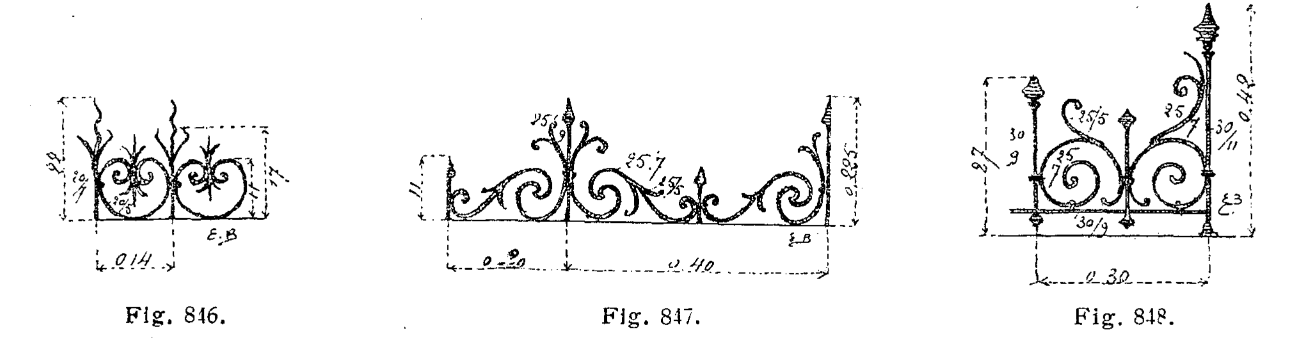


Fig. 846. Fig. 847. Fig. 848.

que el hierro plano plegado en dos se arrolla en las dos ramas en el mismo sentido y en espiral.



Fig. 849.

Las figuras 845, 846 y 847 son derivaciones de las precedentes.

El motivo de la figura 848, de mayor importancia, es de gran efecto: los montantes y las volutas alternan grandes y

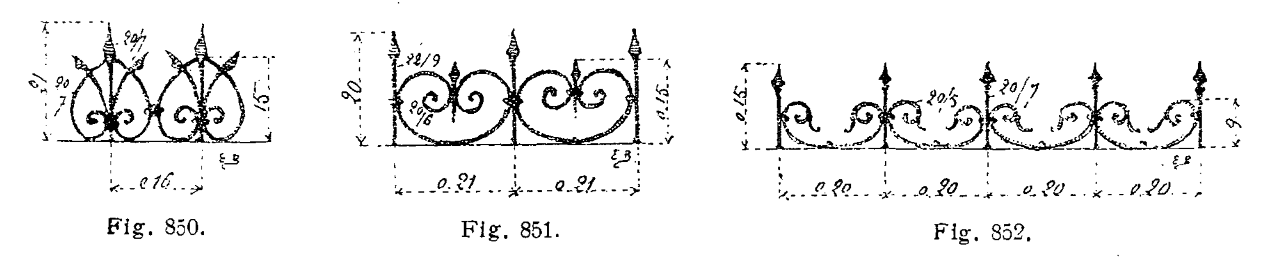


Fig. 850. Fig. 851. Fig. 852.

pequeños; puede ser empleado como cresteria de caballete. La figura 849 es asimismo un motivo corriente que se puede invertir en el centro para formar simetría.

Las ces forman la base de estos motivos; es difícil salir de ellas para estas decoraciones corrientes, pero se las puede variar por medio de algunas piezas soldadas, como se ve en las figuras 850, 851 y 852.

Lambrequines o guardamalletas

Los lambrequines son adornos recortados, colgantes y continuos que se colocan debajo de un canalón, de un friso, de un alero, etc.

Los lambrequines se hacen de zinc estampado, de chapa recortada o con hierros y cristales; aquí no nos ocuparemos más que de estos últimos, en los cuales incluiremos los de fundición maleable.

Para recibir el cristal el lambrequín debe formar una ranura poco profunda; para ello basta 0,01 m.

Lambrequines de hierro

Cuando son de hierro están formados por angulares

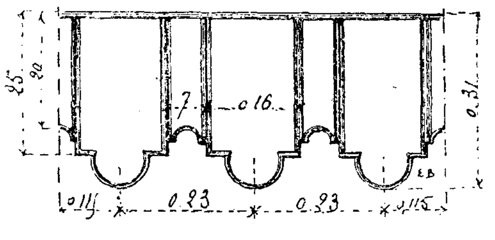


Fig. 853.

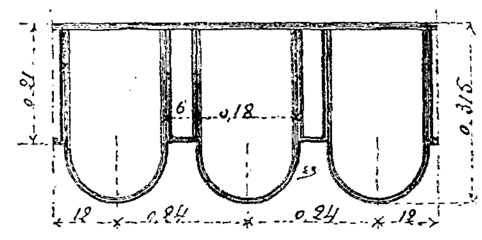


Fig. 854.

de 0,010 a 0,012 m. de lado; cada trozo se hace según la

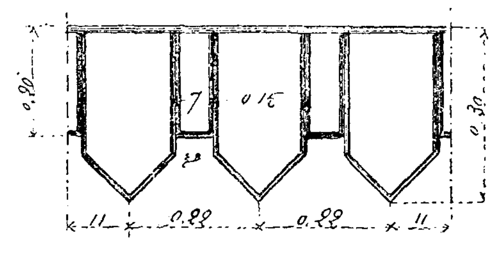


Fig. 855.

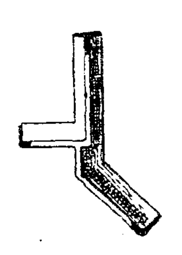


Fig. 856.

forma que se quiere obtener cortando o acodando el angular

al llegar a los codos; para las formas redondas el angular es curvado (figs. 853 y 854); una vez acodado el lambrequín se sueldan las partes inmediatas.

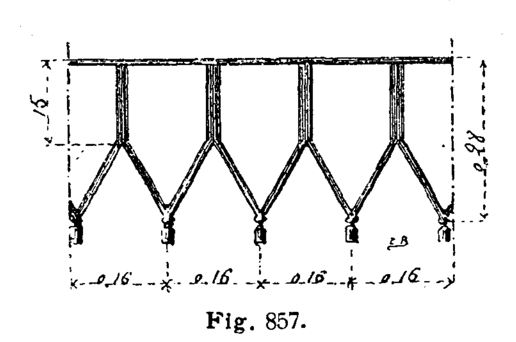


Fig. 857.

Los lambrequines se colocan entonces, unos al lado de otros, se unen entre sí y se montan por longitudes de 1 a 1,50 m. sobre un angular; las figuras 855 a 859 ofrecen diferentes formas de ellos.

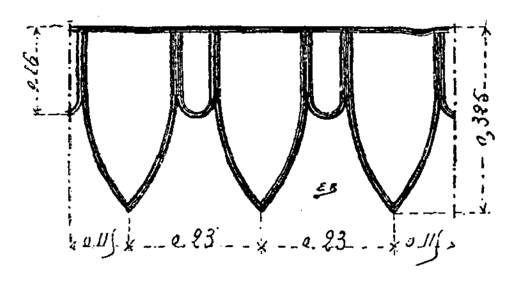


Fig. 858.

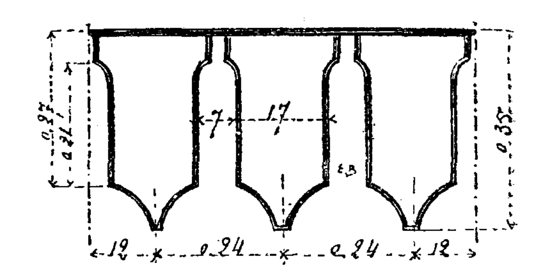


Fig. 859.

Una disposición de muy buen efecto consiste en alternar un lambrequín con cristal y un motivo forjado, teniendo este motivo a lo más la mitad de la anchura del lambrequín.

Lambrequines de fundición maleable

Insistimos sobre el empleo de la fundición maleable en la ejecución de lambrequines para marquesinas a causa de la gran facilidad que ofrece para el trabajo.

En el hierro dos lambrequines yuxtapuestos dan una anchura de hierro doble, como lo demuestran las figuras 854, 855 y 857, puesto que hay dos angulares uno al lado del otro.

La fundición maleable evita este inconveniente; la sección varía; tiene la forma de una T cuando ha de recibir dos cristales, y la forma de un angular en la parte inferior en que termina el cristal (fig. 856).

La sección en T da $0{,}013 \times 0{,}016 \times 0{,}0025$.
La sección en L da $0{,}013 \times 0{,}016 \times 0{,}0025$.

Es decir, que la anchura aparente es constante.

El paso de la forma en T a la forma en L se hace desplazando el alma del hierro T y echándola sobre un lado para formar escuadra (fig. 856).

LAMBREQUINES DE HIERRO RANURADO

Para grandes marquesinas cuando, el lambrequín alcanza grandes dimensiones, de 0,75 a 1 m., se emplea el hierro ranurado de 0,018 a 0,020 y 0,025 m.; en estos lambrequines se fijan los cristales antes de su colocación, y a menudo van acompañados de ornamentos de bronce o repujados, como hojas, bellotas, etc.

MOTIVOS DE ORNAMENTACIÓN DE CANALONES

Además de las molduras de que van acompañados los canalones y frisos, se decoran en la parte comprendida entre las molduras por diferentes medios.

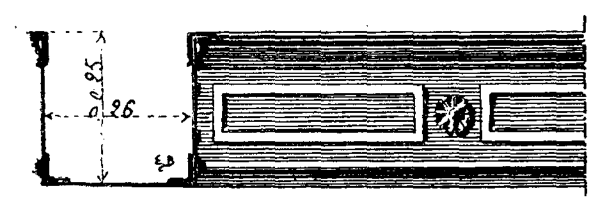


Fig. 860.

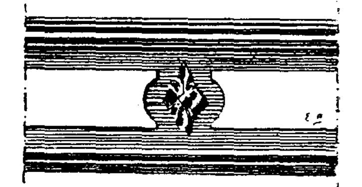


Fig. 861.

Unos marcos de hierro plano ensamblados por corte recto y alternados con rosetas (fig. 860); estos marcos pueden ir moldurados o redondeados en sus extremidades.

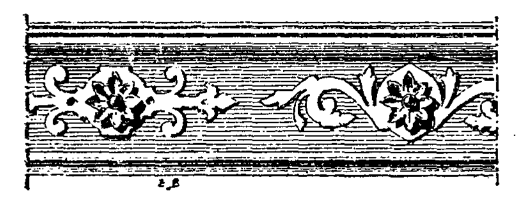


Fig. 862.

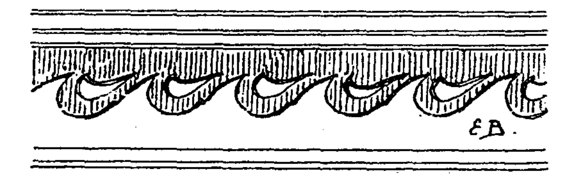


Fig. 863.

Reemplazar los marcos por tablas en saliente recortadas en las extremidades (fig. 861) o por motivos separados forma-

dos por recortados realzados con rosetas (figs. 862 y 863); estos motivos pueden estar muy alejados unos de otros.

La greca igualmente recortada es bastante decorativa (figura 864); las combinaciones son muy variadas; se presta a todas las dimensiones y puede ir guarnecida de rosetas.

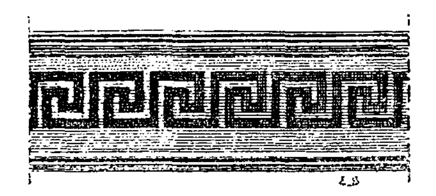


Fig. 864.



Fig. 865.

Los motivos fundidos, fundición o bronce (figs. 865 y 866), las tablas perfiladas, las cabezas de león, quimeras, aplicaciones, etc., son otros tantos recursos de decoración.

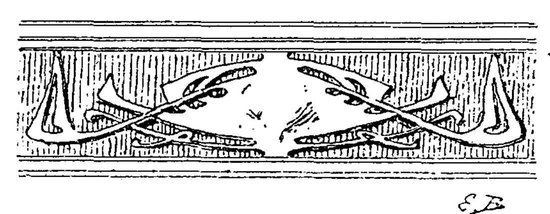


Fig. 866.



Fig. 867.

Las postas, perros corriendo y, en general, los adornos continuos (fig. 867); la pintura puede también utilizarse para la decoración, por lo menos como complemento.

Si se hace uso del dorado recomendamos que se emplee con sobriedad, tan sólo sobre los puntos salientes; con el gusto en la repartición de los adornos mucho más que con su abundancia es como se obtienen los trabajos de mayor éxito.

Pernios

El pernio es una pieza del herraje de las puertas, que se compone de una faja plana, sencilla o decorada, terminada por un ojo o nudo que gira sobre un gozne.

El pernio, provisto de agujeros en su longitud, se fija en la hoja de la puerta, a menudo con pasadores o con clavos

remachados, sobre una segunda banda de hierro, colocada al otro lado de la puerta y soldada a la primera.

Es un verdadero estribo que sirve para hacer mover la hoja y para consolidar la unión de las tablas que la forman.

En la edad media los pernios llegaron a ser una de las especialidades más importantes del arte del forjador; eran empleados no sólo como herrajes propiamente dichos, sino

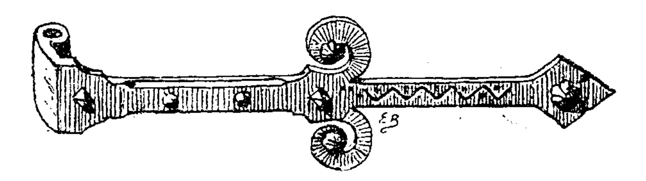


Fig. 868.

que también eran el verdadero motivo de ornamentación de las puertas; ciertas puertas sencillas como trabajo de carpintería formadas por tablones estaban cubiertas de ellos.

Estos pernios, sin embargo, no existían más que en número de dos o tres por hoja; pero para evitar que las puer-

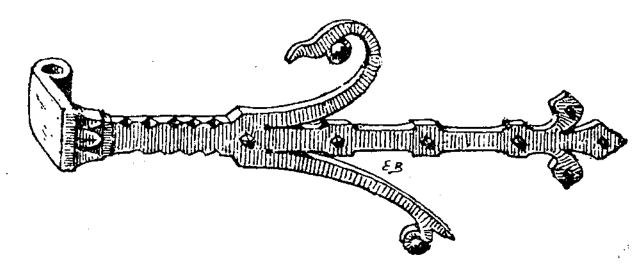


Fig. 869.

tas se cayesen de escuadra, es decir, que se deformasen bajo su propio peso, los cerrajeros, para consolidar los tablones entre sí e impedir los deslizamientos, habían multiplicado las volutas que salían de la barra principal.

Además, colocaban entre los pernios que servían para el giro otros herrajes, igualmente decorados, formados por volutas, que contribuían a la consolidación de la puerta y a la riqueza de su decoración.

Los pernios eran sencillos, es decir, compuestos de una sola banda acodada con collar (figs. 868 y 869) y doblada en forma de ojo.

Los pernios llamados flamencos eran los de doble rama interior y exterior que abrazaban la hoja.

Nada hemos cambiado a lo que antecede y empleamos todavía los mismos medios.

Los pernios se hacen de diversas dimensiones; a veces no abrazan más que cinco o seis tablones de la puerta, y están

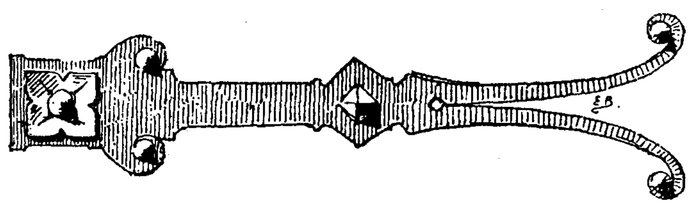


Fig. 870.

formados por una simple C; otras veces del centro de esta C parte un falso pernio, es decir, una banda independiente adornada de volutas y que no tiene otra misión que la de mantener los tablones.

Generalmente, los pernios tienen casi la anchura completa de la hoja, de manera que abarcan todos los tablones.

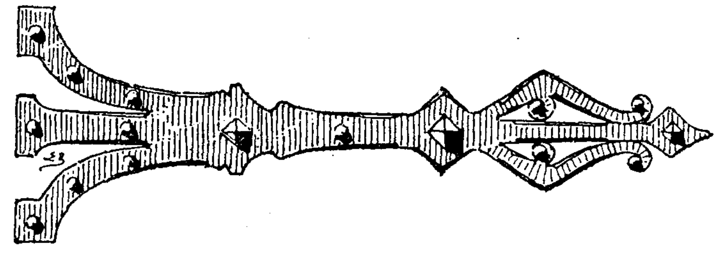
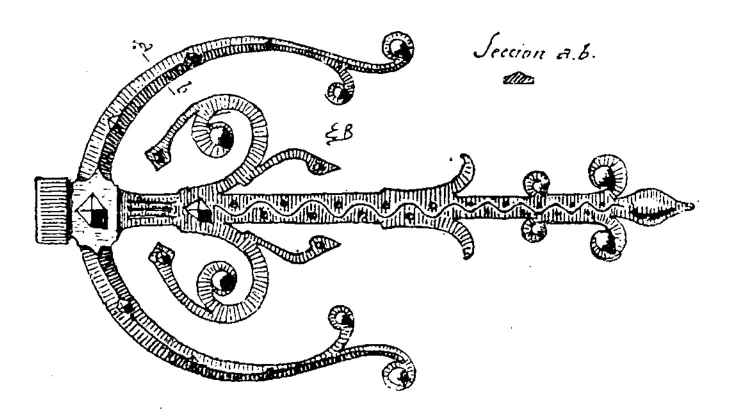


Fig. 871.

Estando el pernio trazado en armonía con los agujeros, éstos deben caer en el centro de cada tablón; los clavos o pasadores sobre las juntas son defectuosos; se comprende que si los tablones están colocados de modo que su eje pase por el centro del remachado, la contracción de la madera se efectuará igualmente a derecha y a izquierda; resultará que las aberturas que se producen inevitablemente quedarán regularizadas, mientras que, por el contrario, si el tablón es cogido por el clavo cerca de su ensambladura, el juego de la madera se verifica enteramente hacia un lado, lo que da lugar a que unas juntas queden muy apretadas y otras abiertas.

Los pernios se decoran con clavos, rosetas, grabados, chaflanes, muescas y, principalmente, por sus formas propiamente dichas.

Pueden ser sencillos y seguidos como en la figura 870, o con ligeros chaflanes como indica la figura 871.



Figs. 872 y 873.

Esta última figura con triple rama representa el caso de que el pernio esté dispuesto como una bisagra; los dos nudos de la otra parte vienen a colocarse en los intervalos, y una espiga con cabeza hace las veces de eje de rotación.

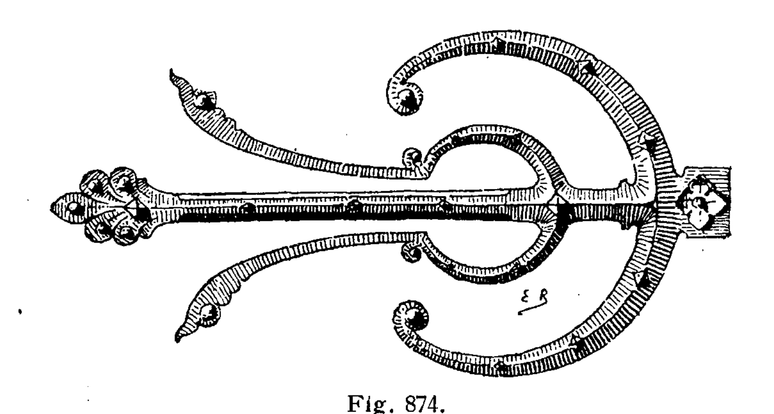
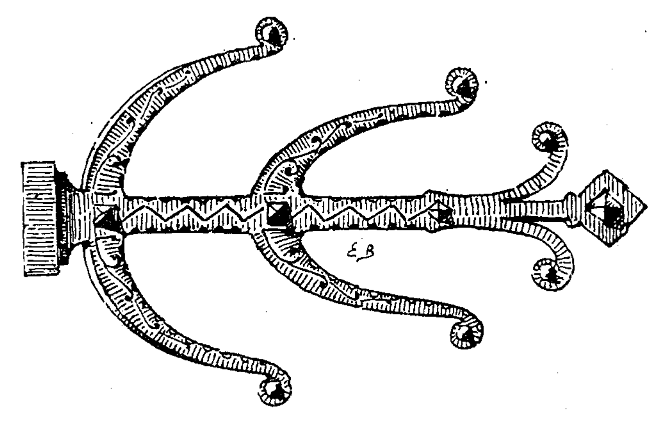


Fig. 874.

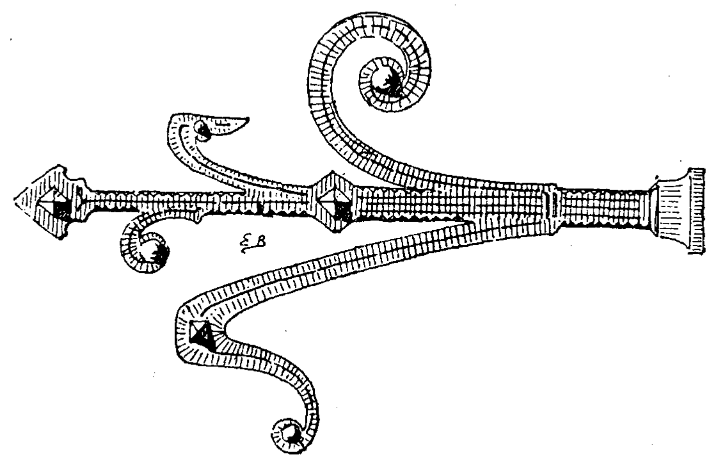
El pernio en forma de C con banda central (figs. 872 y 873) está compuesto de una banda plana y las dos ramillas de la C, que tienen la sección que indica el corte *ab*; va adornado de un ligero grabado curvo acompañado de golpes de buril y de clavos redondos y en punta de diamante.

La figura 874 representa un pernio parecido, pero completamente forjado; la sección formando declive se acentúa

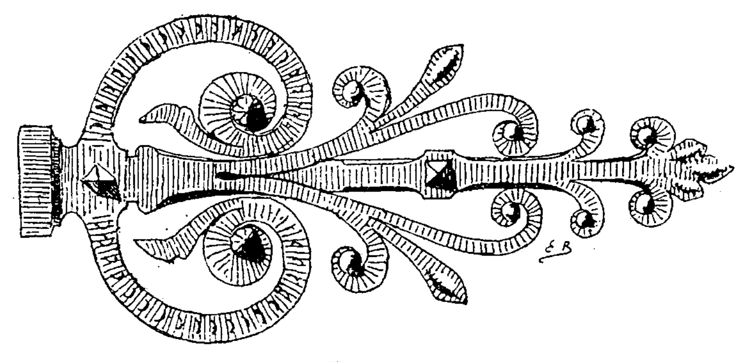
por un chaflán sobre la barra central; los clavos son redondos y con cabeza de cuatro facetas.


Fig. 875.

Se decoran también la banda y las ramas que salen de ellas por muescas (fig. 875), algunos chaflanes y grabados.


Fig. 876.

Los antiguos pernios estaban compuestos a menudo de varios hierros mantenidos por collares; estos hierros


Fig. 877.

eran de secciones redondeadas; el conjunto formaba peque-

ñas canales; en la figura 876 hemos indicado tan sólo trazos

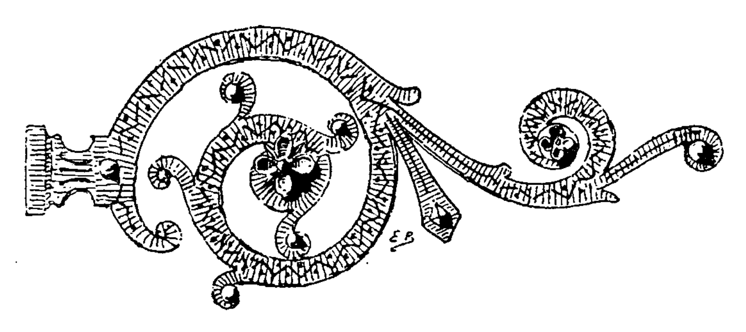


Fig. 878.

huecos, y se han guarnecido los bordes con muescas triangulares.

La figura 877 está compuesta de bandas planas soldadas,

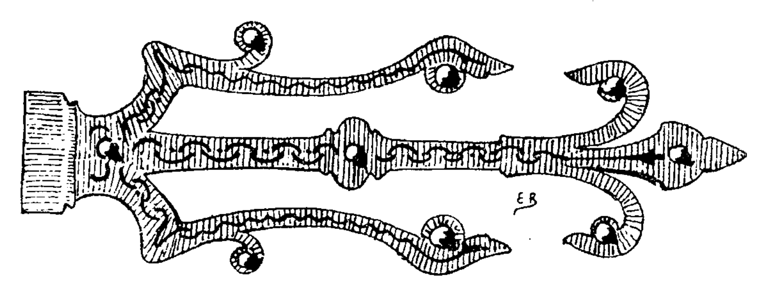


Fig. 879.

arrolladas y de diferentes espesores; la figura 878 es una fantasía de decoración que no puede ser empleada más que como falso pernio.

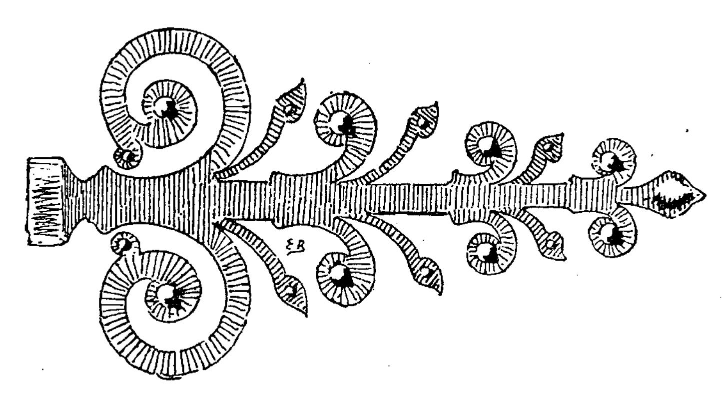


Fig. 880.

Las figuras 879 y 880 terminan nuestros ejemplos. Los grabados se obtienen en todos los pernios con el buril, la tijera, la gubia, etc.

FALSOS PERNIOS

Se entiende por falsos pernios unas aplicaciones puramente decorativas que no contribuyen para nada al funcionamiento de la hoja ni a su solidez; se construyen a menudo con gruesas chapas recortadas que se achaflanan y que pueden, como los otros pernios, estar adornados con grabados, clavos, etc.

Se encuentran en el comercio pernios de fundición que reproducen más o menos exactamente los modelos más magníficos de la edad media; creemos que la fundición maleable hábilmente retocada daría pernios buenos y hermosos.

Consolas

Las consolas o ménsulas son unos soportes, una especie de brazos adornados, que sirven para sostener los aleros, marquesinas, etc., y en general, toda parte de la construcción que no se sostendría por sí sola sin que se la apoyase.

CONSOLAS DE HIERROS ENSAMBLADOS

Las secciones del hierro del comercio se prestan a un gran número de combinaciones de ensambles que permiten obtener consolas a la vez elegantes y perfectamente rígidas.

La figura 881 es una consola con pendiente hacia adelante; está formada por un hierro cruciforme sostenido por un arco de hierro T; estos dos hierros están enlazados entre sí por placas de palastro o cartelas colocadas a cada lado del ala de los hierros y remachadas.

La consola igualmente formada por un hierro cruciforme puede estar sostenida por un tornapuntas también de hierro, e ir acompañada por un arco de pletina (fig. 882); la unión

está hecha asimismo con cartelas, y el conjunto está decorado por muescas practicadas en las crestas de los hierros.

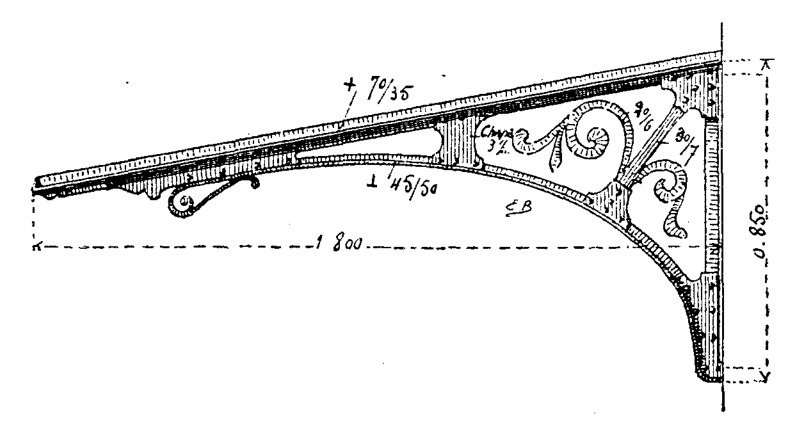


Fig. 881.

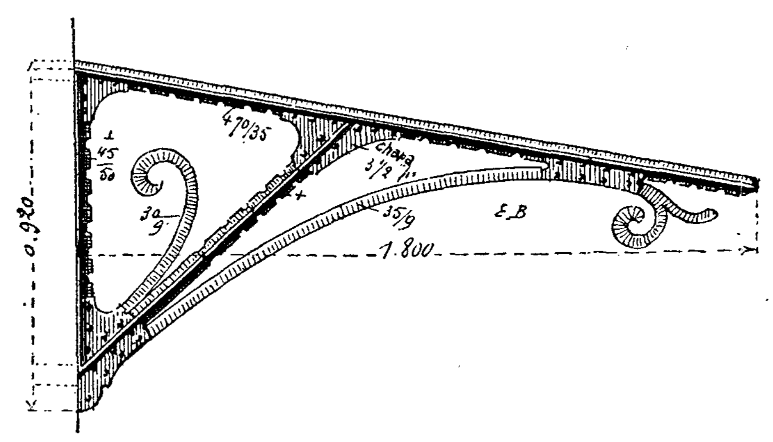


Fig. 882.

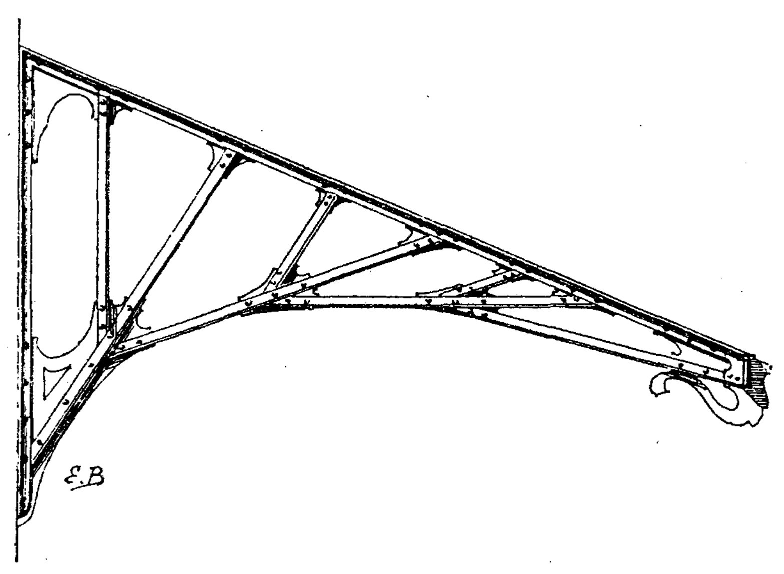


Fig. 883.

La figura 883 está compuesta enteramente con angulares enlazados por cartelas y los intervalos rellenos con forros.

Cada nervio comprende dos angulares adosados que oprimen las cartelas.

Las figuras 884 y 885 son consolas igualmente con pendiente hacia adelante, que sostienen canalones; el relleno está hecho de volutas de pletina reunidas por platinas y cartelas.

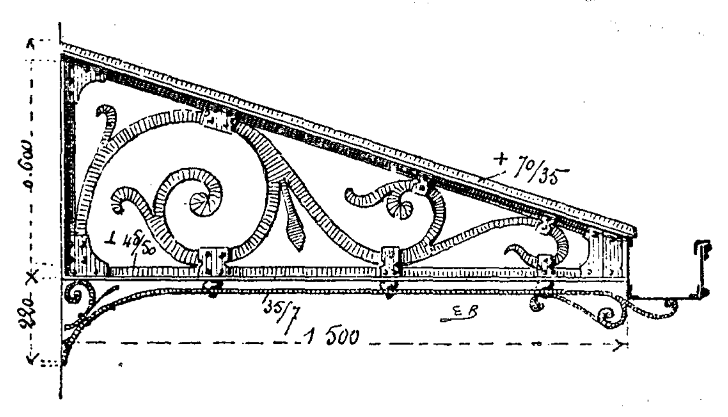


Fig. 884.

Las consolas ensambladas con cartelas se hacen también con relleno de hierro T doblado (fig. 886); la tabla se dirige hacia afuera, las dos almas próximas son mantenidas por las cartelas o bridas; la figura 887 indica el detalle.

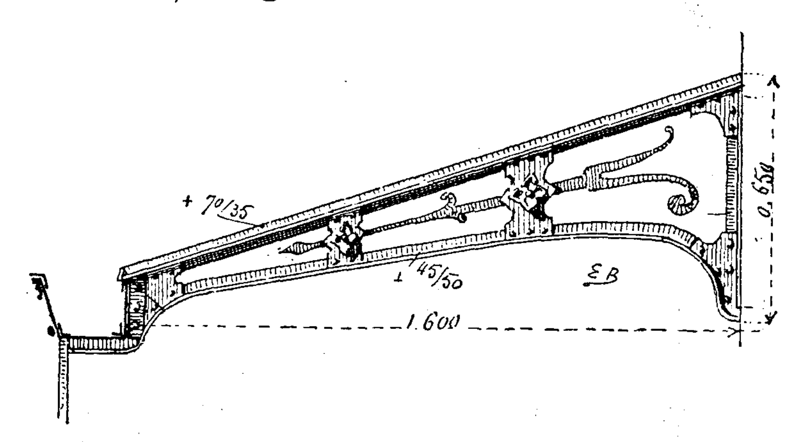


Fig. 885.

Las consolas horizontales están destinadas de ordinario a sostener una galería, un balcón, un alero o marquesina de madera; nuestra figura 888 se aplica a este último caso; un techo descansará horizontalmente sobre las consolas, y encima se construirá con madera una techumbre ligera cubierta de zinc.

Esta consola está hecha con cuatro angulares (fig. 889)

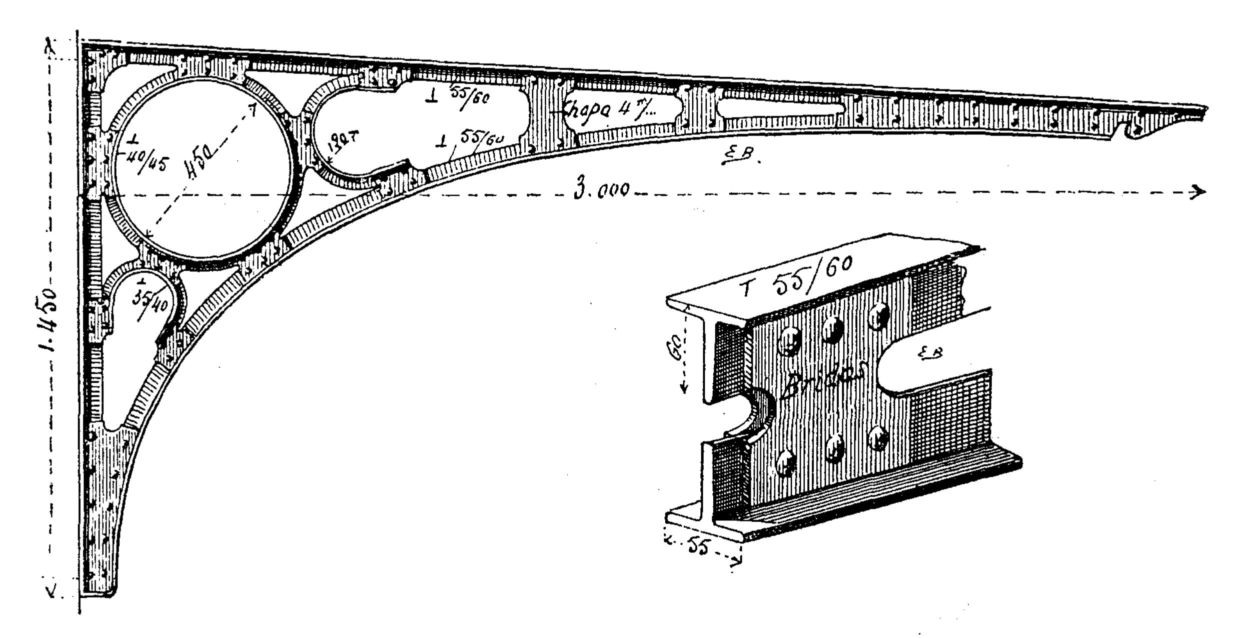


Fig. 886. Fig. 887.

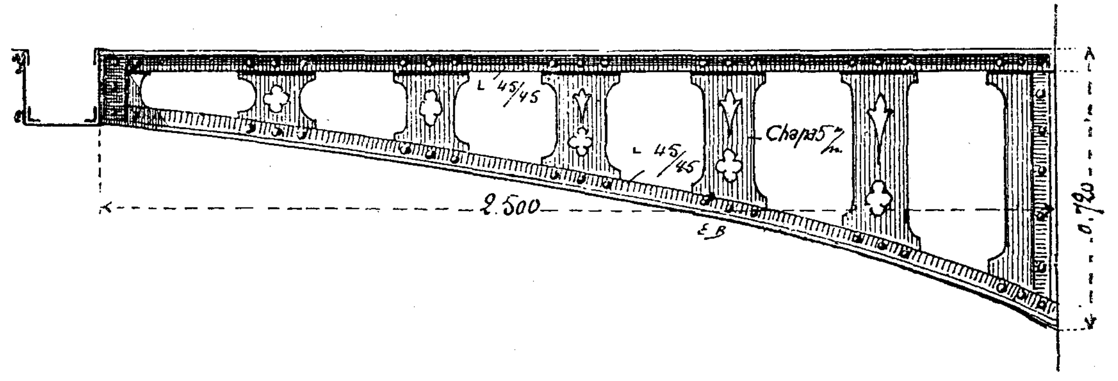


Fig. 888.

que abrazan cartelas sencillas cogidas entre dichos angulares.

La consola representada en la figura 890 es de la misma construcción que la que hemos dado antes (fig. 884). La clase de ornamentación se diferencia tan sólo en su estilo.

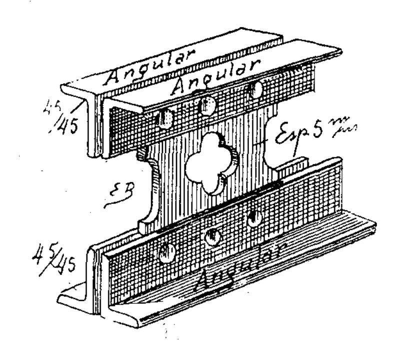


Fig. 889.

Las consolas inclinadas hacia atrás se emplean siempre con canalón; la figura 891 está construída, como nuestros primeros tipos, con hierro cruciforme o con hierro T; el paso del canalón está reservado

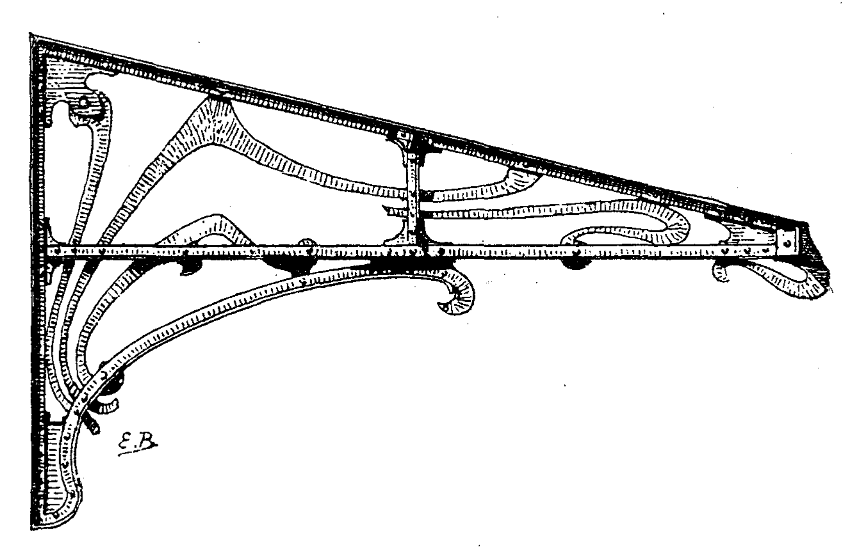


Fig. 890.

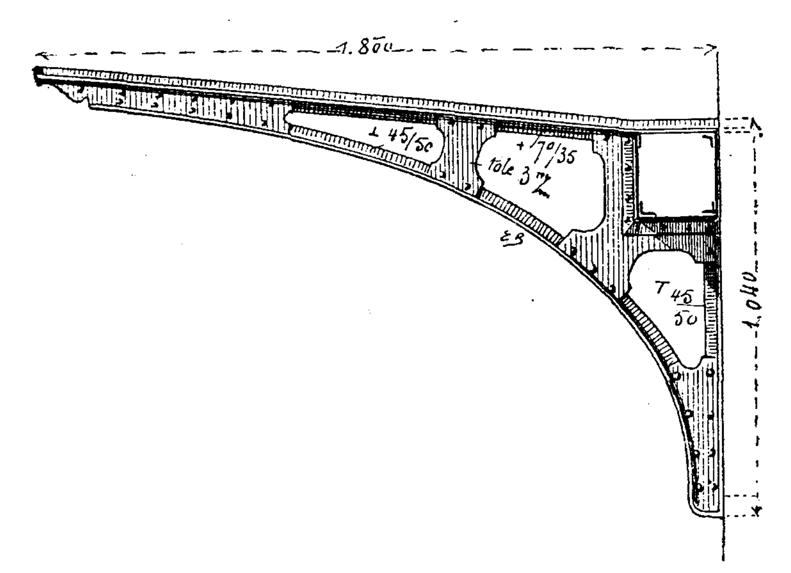


Fig. 891.

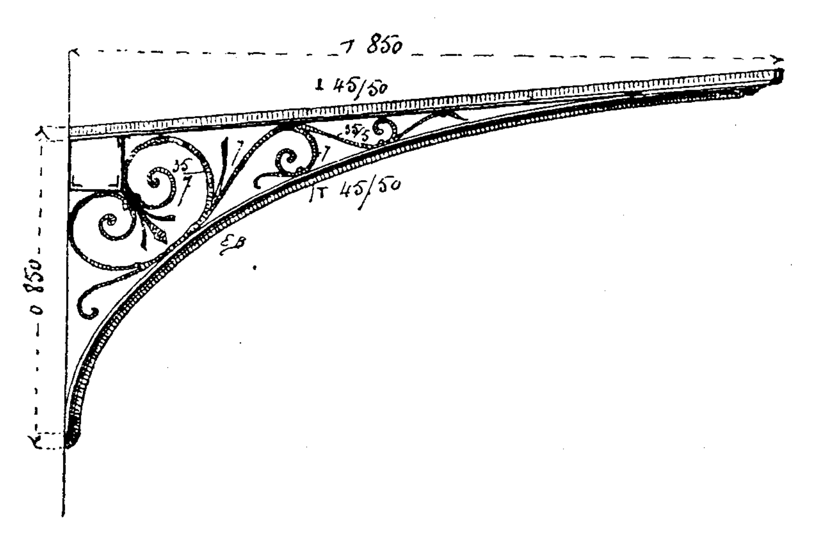


Fig. 892.

en la consola; el hierro superior pasa por encima y va al empotramiento.

El modelo (fig. 892) está compuesto de dos hierros T colocados ala con ala; el superior sirve de cabio, y el otro de

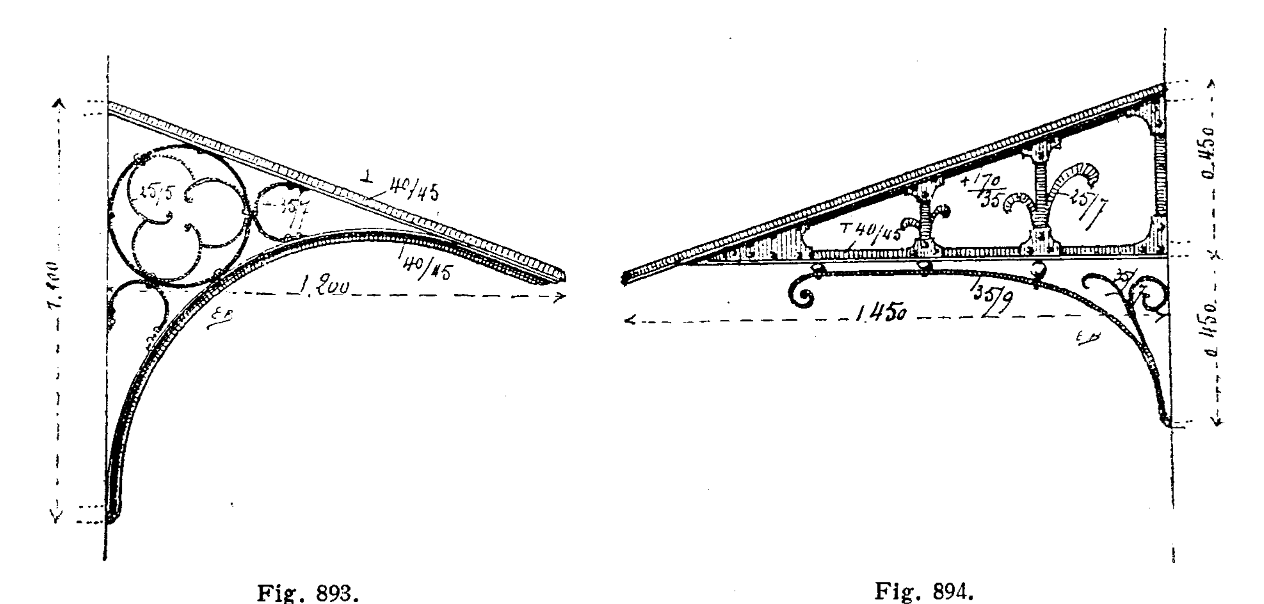


Fig. 893. Fig. 894.

jabalcón; una voluta colocada de plano se apoya sobre las alas y sostiene el canalón.

De la misma construcción, la figura 893 tiene pendiente hacia adelante, el relleno va simplemente fijo sobre los hie-

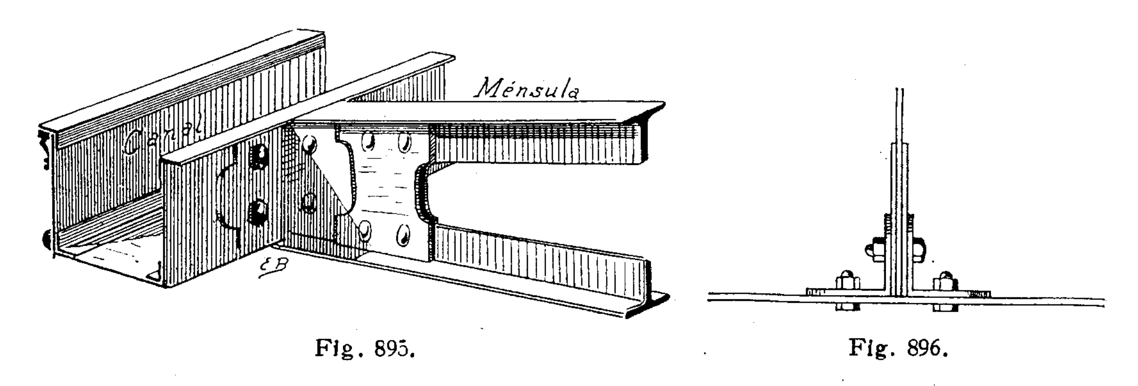


Fig. 895. Fig. 896.

rros a tornillo, e igualmente a tornillo sobre pequeños empotramientos fijos en el muro.

El tipo de la figura 894 es de montantes verticales y va adornado con un ligero hierro por debajo que le acompaña y redondea sus formas; puede ir provisto de un canalón, cuya unión se haría según el modo indicado en las figuras 895 y 896.

CONSOLAS DE CHAPA RECORTADA ARMADA DE ANGULARES

Las formas de estas consolas son las mismas que las precedentes, inclinadas hacia adelante, horizontales o inclinadas

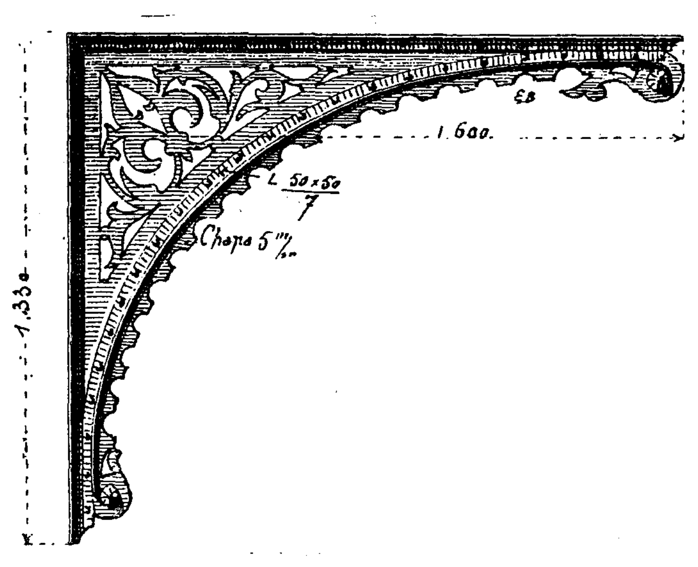


Fig. 897.

hacia atrás; no se diferencian de aquéllas más que por su construcción.

Estas consolas están formadas por chapas rodeadas de angulares y remachadas (fig. 897).

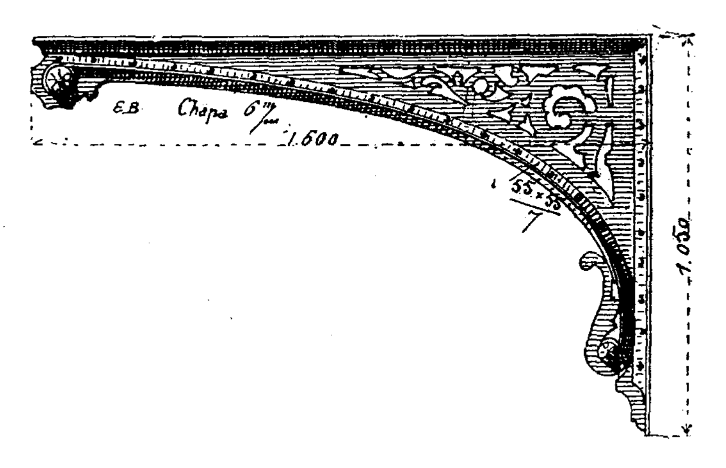


Fig. 898.

La ornamentación varía por la composición del dibujo del calado, por motivos salientes en los extremos (fig. 898), o bien en los extremos y en el centro (figs. 899 y 900).

La chapa que rebasa del angular (fig. 901) puede ser recortada.

Es fácil disponer los calados de manera que se obtengan

Fig. 899.

Fig. 900.

Fig. 901.

Fig. 902.

efectos sólidos o ligeros, volutas u ornamentos de repetición (figuras 902 y 903).

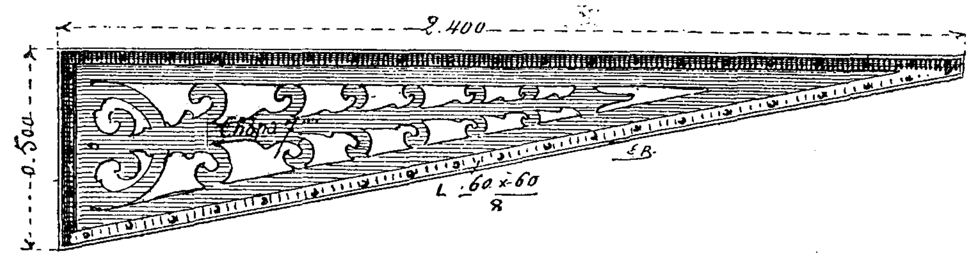


Fig. 903.

La consola de la figura 904, construída asimismo de chapa recortada, angulares y aplicaciones de pletina, se

levanta hacia adelante. La necesidad de establecer un cana-

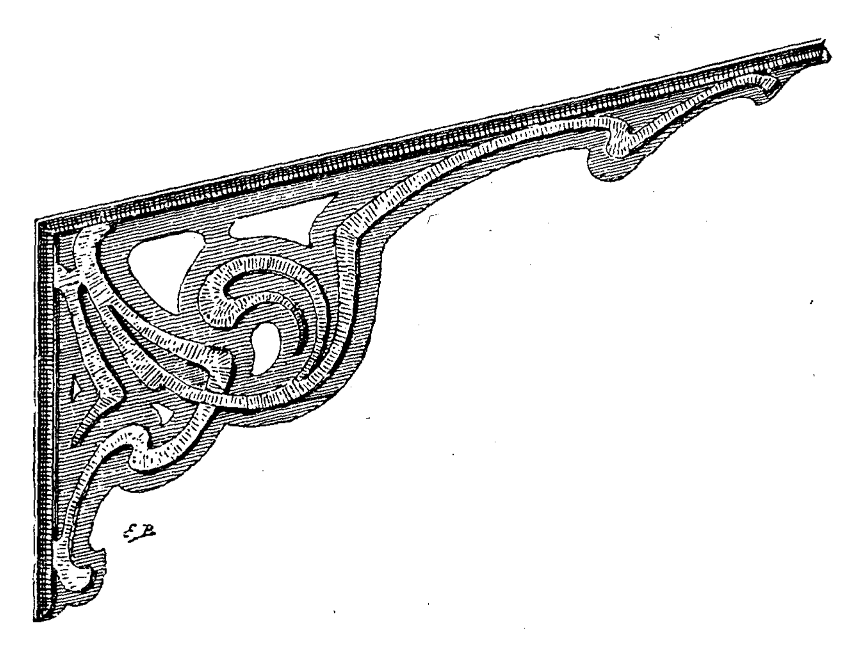


Fig. 904.

lón contra el muro supone la existencia de correas de cierta

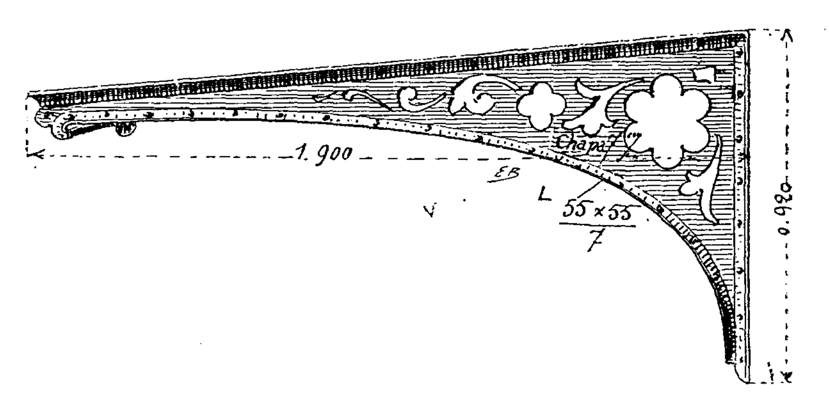


Fig. 905.

altura; pero si las correas fueran de pequeñas dimensiones

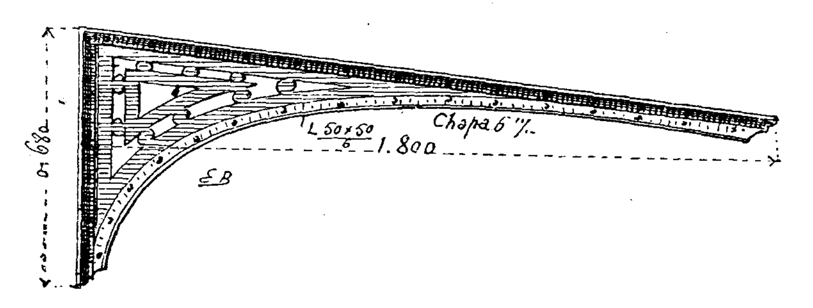
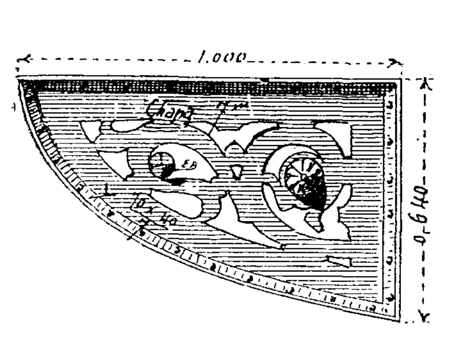


Fig. 906.

bastaría entallar el sitio del canalón en la consola, lo que cambiaría ligeramente el dibujo, pero no el aspecto general.

Los grandes calados, las combinaciones de cuadros paralelos (figs. 905 y 906) son variantes de composición.

Las consolas de arriostramiento, palomillas o modillones (figuras 907 a 910), para consolidar los ángulos no llevan



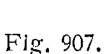


Fig. 907.

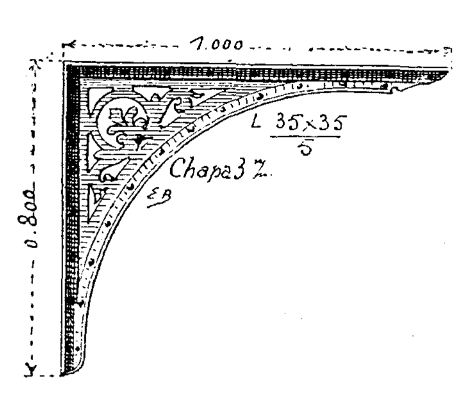


Fig. 908.

empotramiento, y van directamente unidas por medio de tornillos o pasadores que pasan a través de los angulares.

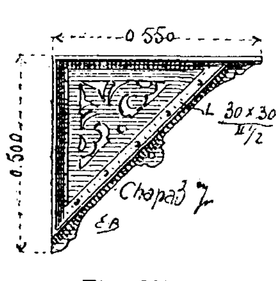


Fig. 909.

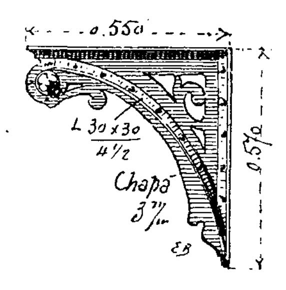


Fig. 910.

El recortado puede reemplazarse por un punzonado terminado a lima (fig. 911), o también por una serie de pequeños

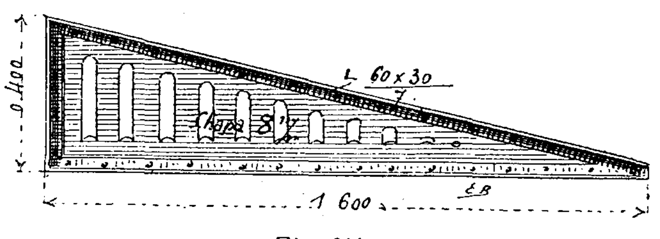


Fig. 911.

golpes de punzón que dan líneas dentadas, cuyos recortes son poco apreciables en grandes consolas como las representadas en las figuras 912, 913 y 914.

La figura 915 representa la sección de estas piezas.

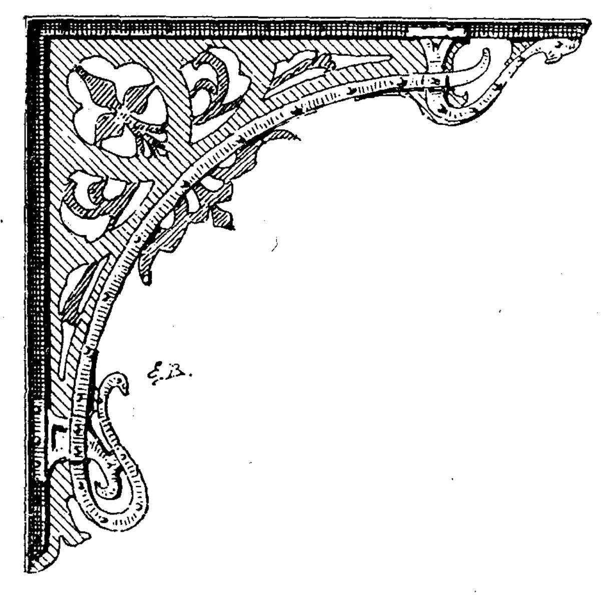


Fig. 912.

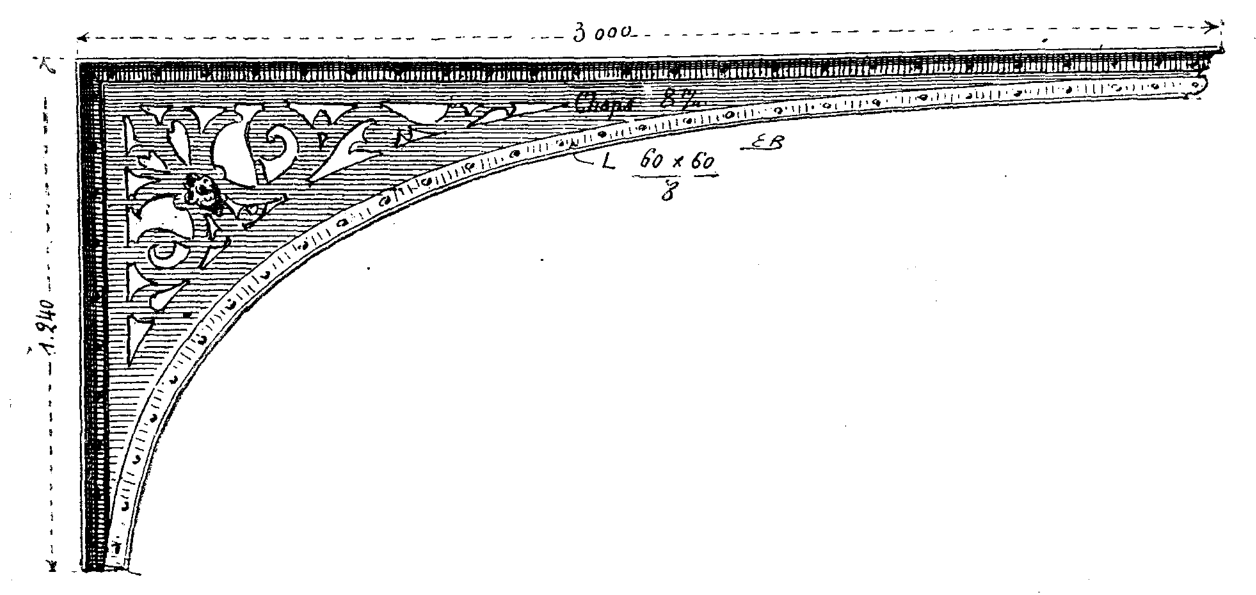


Fig. 913.

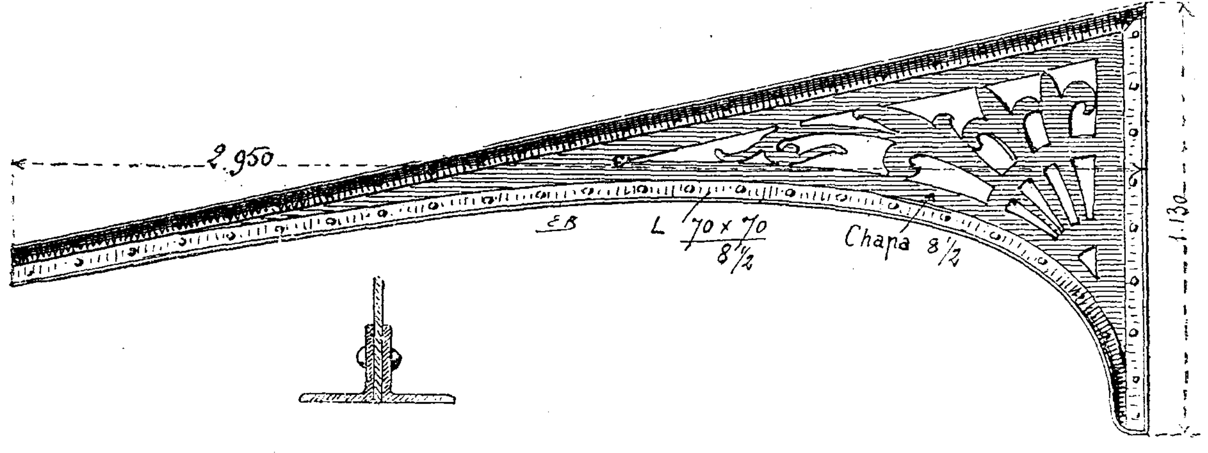
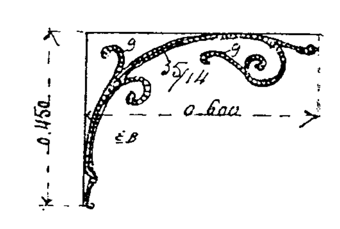


Fig. 915. Fig. 914.

Hemos dicho que estas consolas van armadas de angulares, pero todavía pueden resultar más decoradas bordeando la parte inferior con un hierro media caña, una pletina o un hierro moldurado.

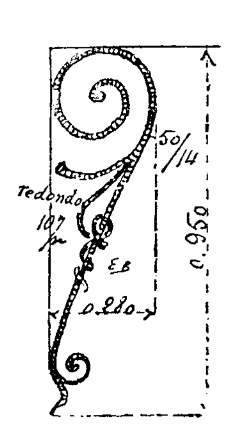
CONSOLAS DE HIERRO FORJADO

Estas consolas se hacen de todas dimensiones; las muy pequeñas (figs. 916 y 917) se emplean para sostener placas de vidrio en las estanterías de los almacenes.


Fig. 916.

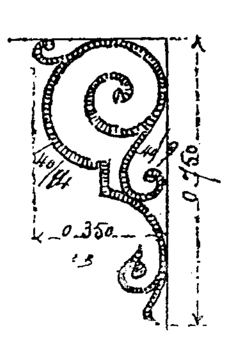
Sobre columnas, debajo de canalones (figuras 918 y 919) se fijan por medio de tornillos.

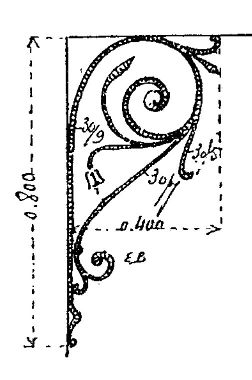
Una buena disposición que no nos cansaremos de recomendar es el jabalcón (fig. 920); su decorado es sencillo, las volutas secundarias van fijas por un collar; a veces el hierro cuadrado va directamente al empotramiento, guarnecido de una base ensanchada de hierro.

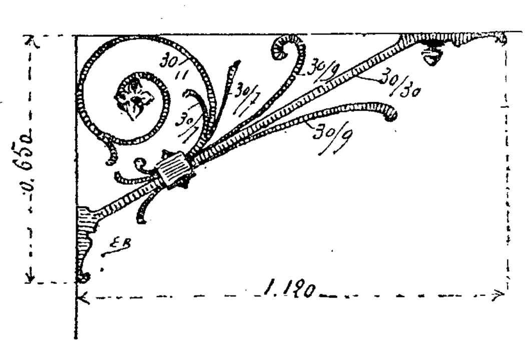

Fig. 917.

Las figuras 921 y 922 son de hierro forjado, para el caso de marquesina levantada hacia adelante que hemos ya descrito anteriormente.

La consola es completa por sí misma cuando forma un marco cerrado (fig. 923); se ve que


Fig. 918.


Fig. 919.


Fig. 920.

para esta consola el empotramiento está hecho por un collar que abraza el arco.

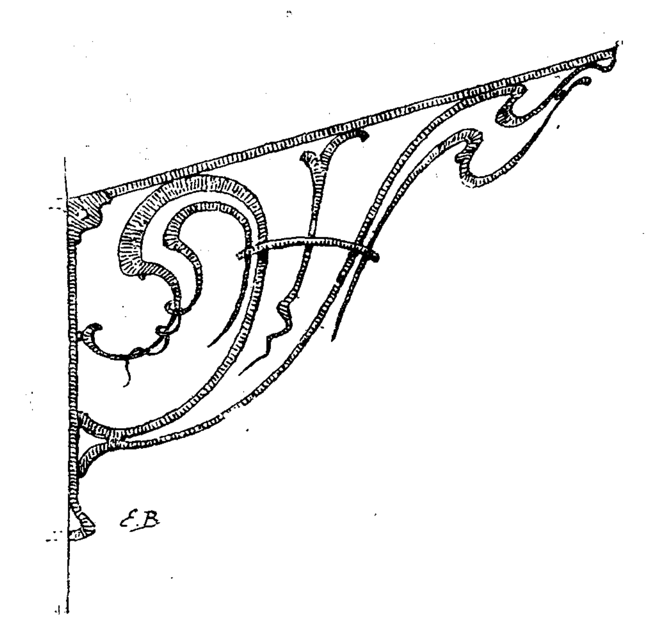


Fig. 921.

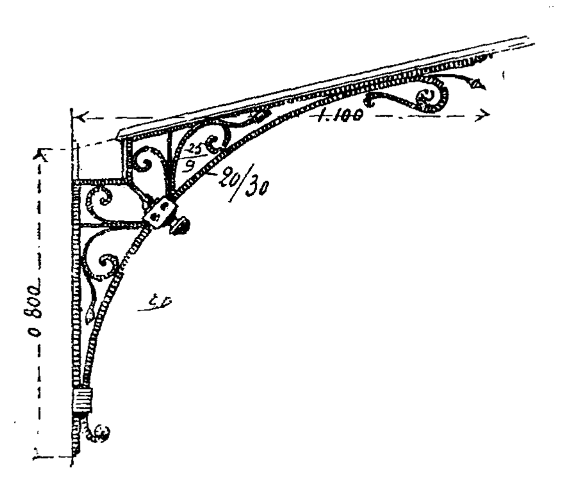


Fig. 922.

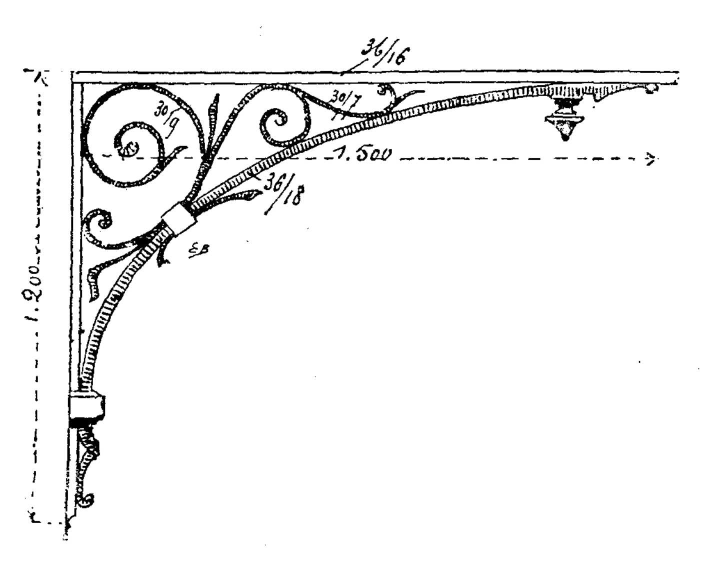


Fig. 923.

Además de su aplicación a las marquesinas, ciertas formas pueden ser empleadas como portainsignias (fig. 924), o

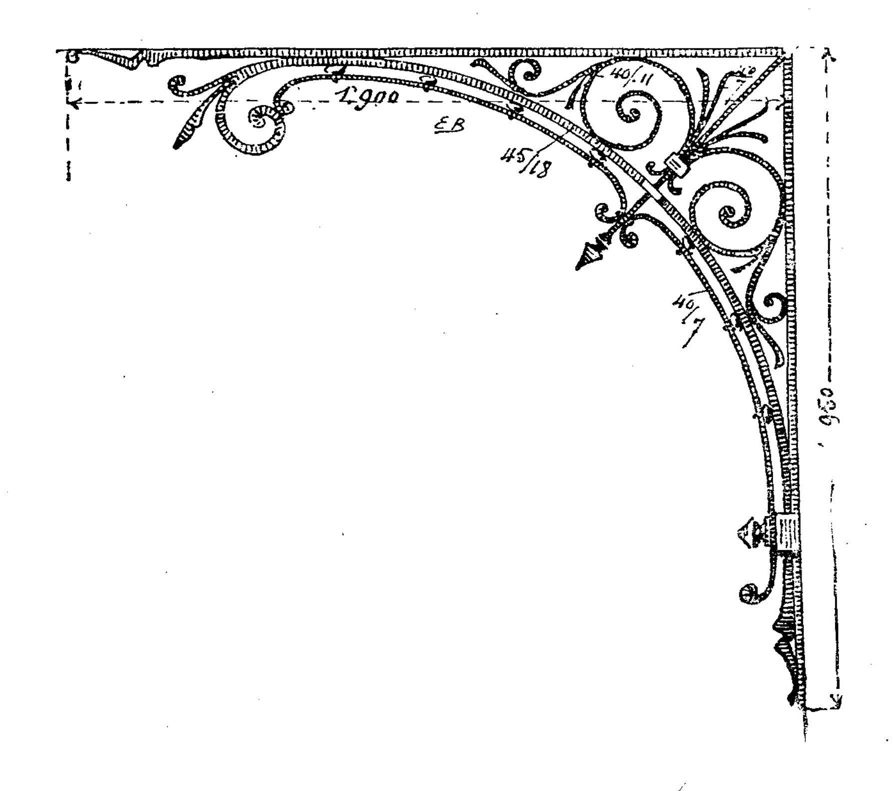


Fig. 924.

portalinternas (figs. 925 y 926), consolas que como claramente indica su silueta no están dispuestas para sostener cargas muy pesadas.

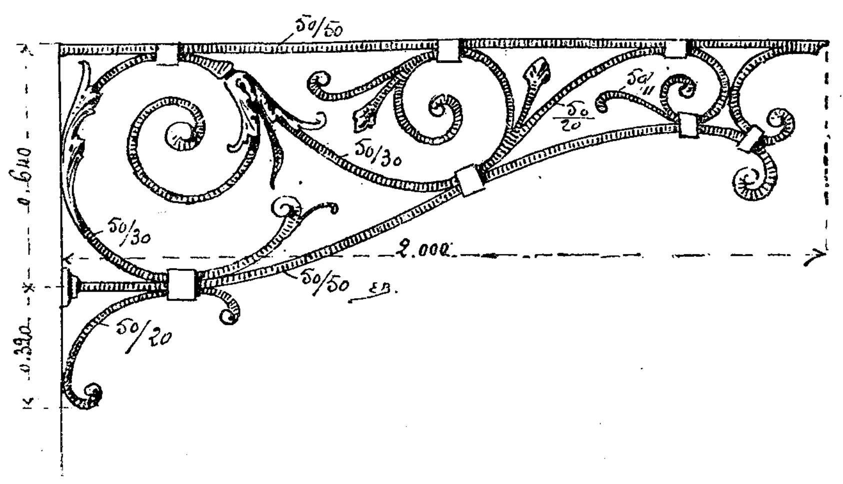


Fig. 925.

Se puede sacar un hermoso partido decorativo contor-

neando el arco por una pletina aislada por bolas, como en la figura 924.

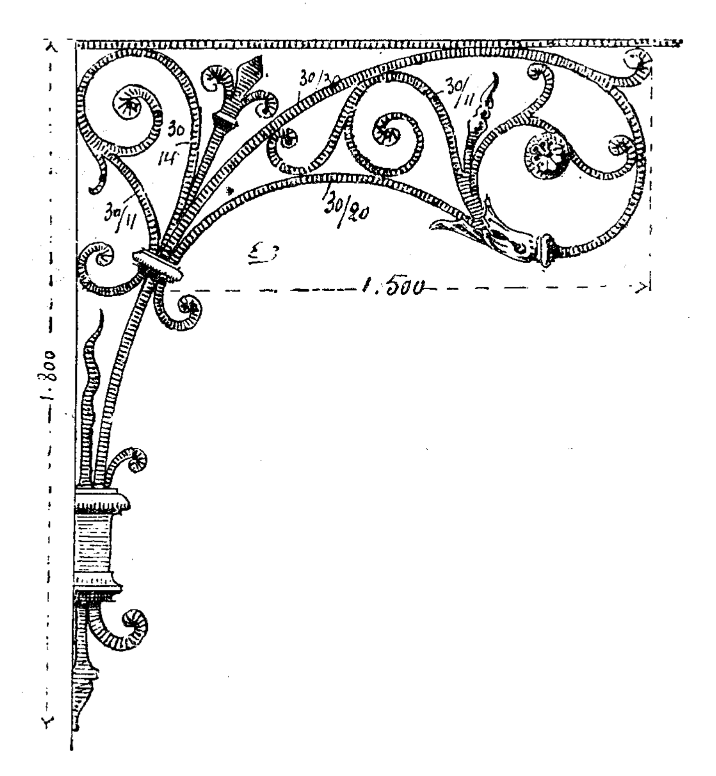


Fig. 926.

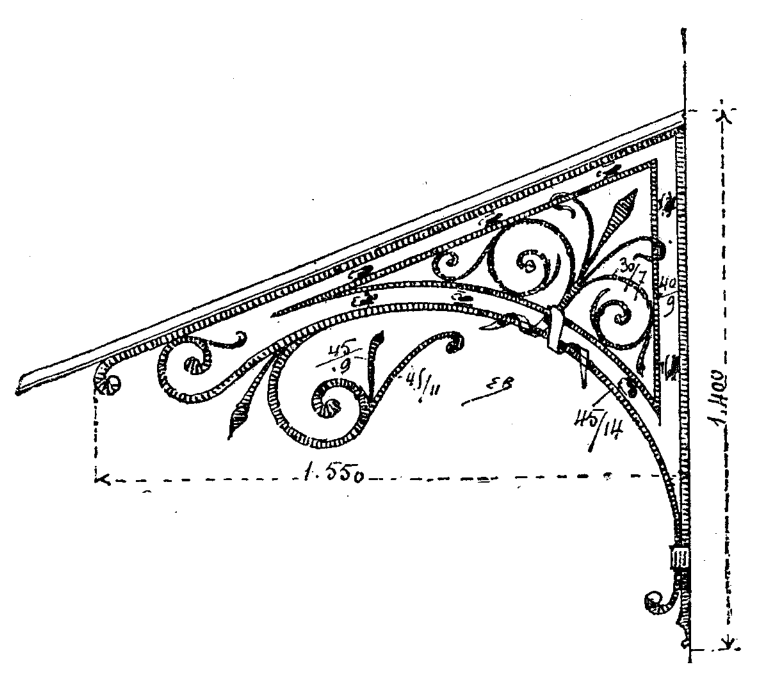


Fig. 927.

Las consolas con pendiente hacia adelante (figs. 927 y 928) son motivos de composición que pueden utilizarse; la

primera, con cuadro doble, es muy ligera; la cinta sobre que

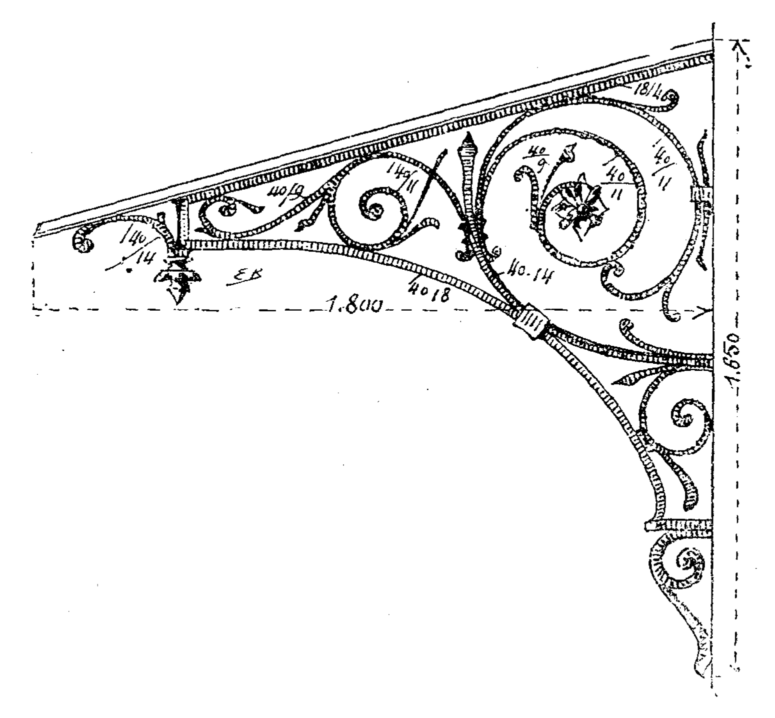


Fig. 928.

viene a terminar el relleno es de fleje ligeramente puntiagudo

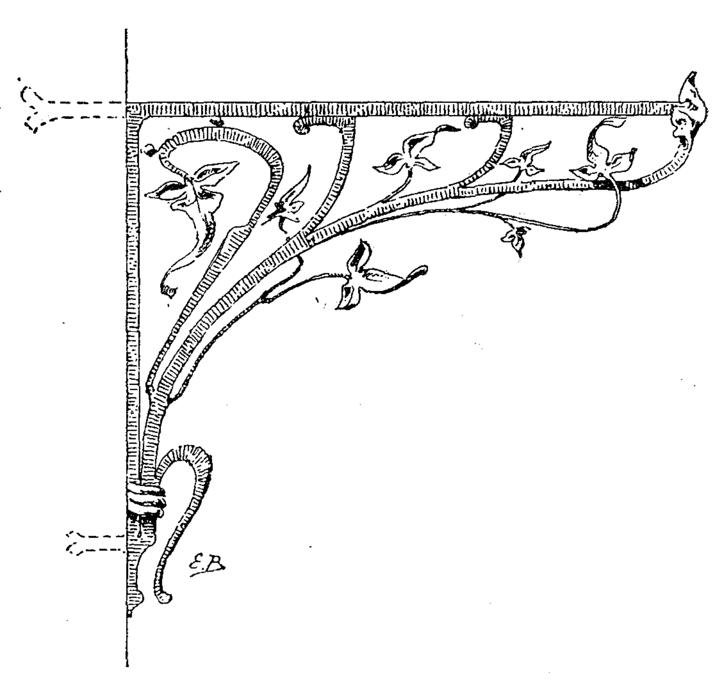


Fig. 929.

y arrollado sobre el arco inferior; en la segunda la voluta sale del empotramiento y viene a formar el relleno.

Las consolas más ricas van decoradas con hojas; las piezas de forja están en ellas mejor trabajadas (figs. 929, 930

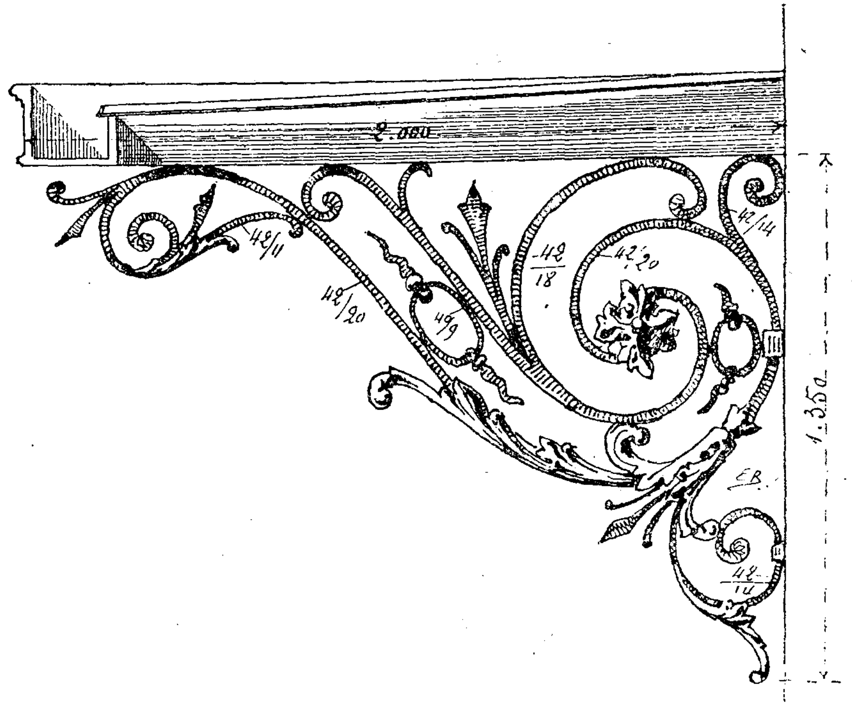


Fig. 930.

y 931); en la última la voluta está consolidada por un arco

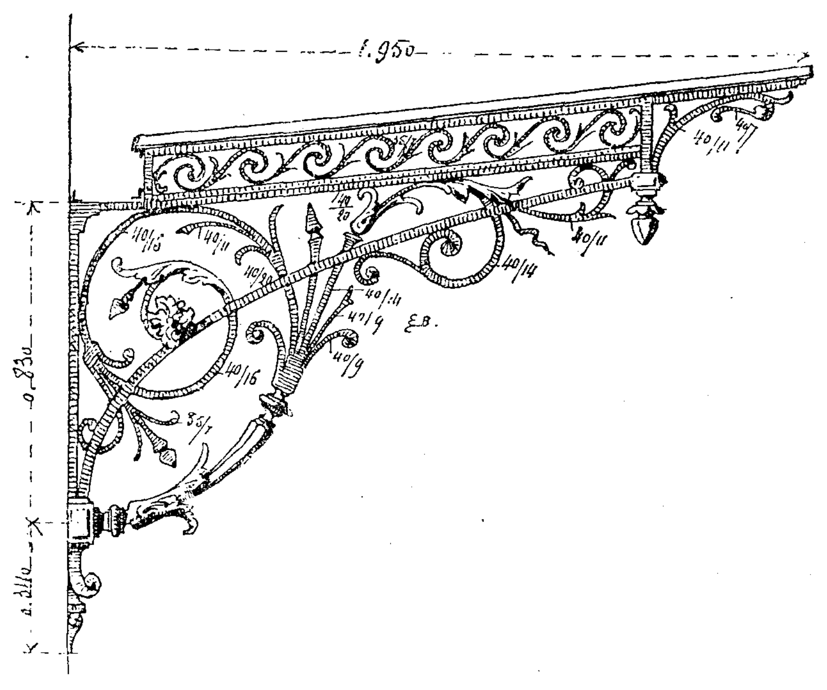


Fig. 931.

ensamblado a medio hierro; se la podría hacer más sólida poniéndolo francamente doble y haciendo pasar uno a cada lado.

Empotramientos de las consolas

En nuestros croquis no hemos indicado los empotramientos porque las consolas no siempre van empotradas.

En efecto, las consolas debajo de un canalón, debajo de vigas, sobre columnas, etc., van simplemente ensambladas.

En el trabajo de una consola, que es el mismo que el de un brazo saliente, el peso se traslada al jabalcón o al arco que lo reemplaza; estando esta pieza inclinada su parte superior tiende a alejarse del muro, mientras que la inferior se apoya en él.

La carga de la consola tiende a separar o arrancar del muro la barra superior, mientras que el jabalcón o el arco es comprimido, de lo que se deduce que una consola necesita un fuerte empotramiento arriba y uno menor abajo.

Los empotramientos ordinarios varían de 0,15 a 0,25 m.

En ciertos casos en que a consecuencia de una gran longitud la tracción sobre el empotramiento es considerable, se atraviesa el muro de parte a parte y se establece un anclaje en el interior.

Cresterías y remates

Cresterías de caballetes

Una crestería es una serie de ornamentos recortados colocados sobre un caballete.

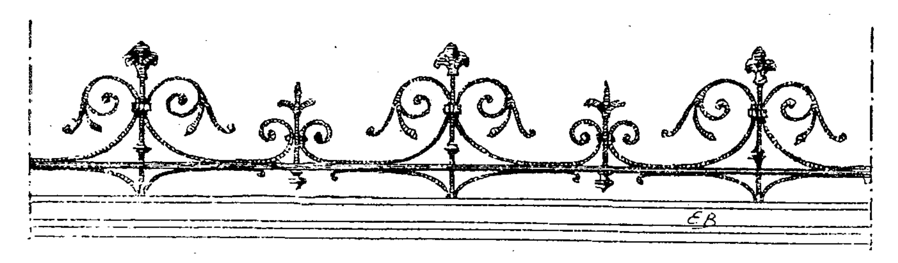


Fig. 932.

Las cresterías se hicieron primero de piedra; después, al dar a las formas de las cubiertas ángulos más agudos, se

hicieron cresterías de plomo colocadas sobre armaduras de hierro, habiéndose conservado su uso hasta nuestros días.

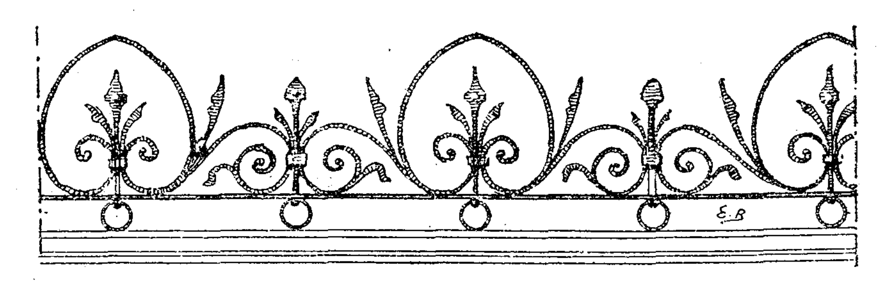


Fig. 933.

En nuestras habitaciones la idea constante de la baratura ha conducido al empleo del zinc estampado y al barro cocido; sin embargo, también se emplean cresterías de hierro.

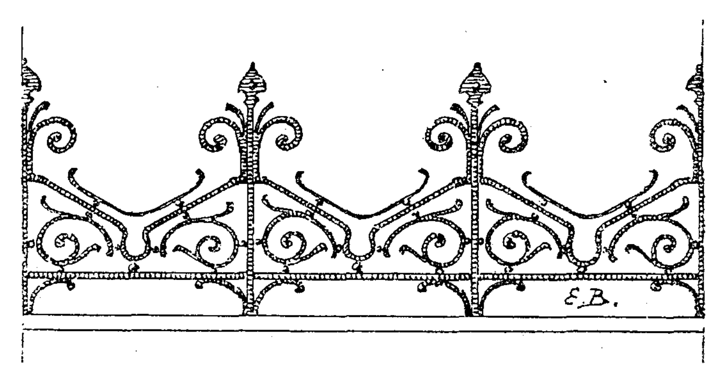


Fig. 934.

La figura 932 es un modelo sencillo compuesto de ces y de pequeños montantes que se apoyan sobre una traviesa; es

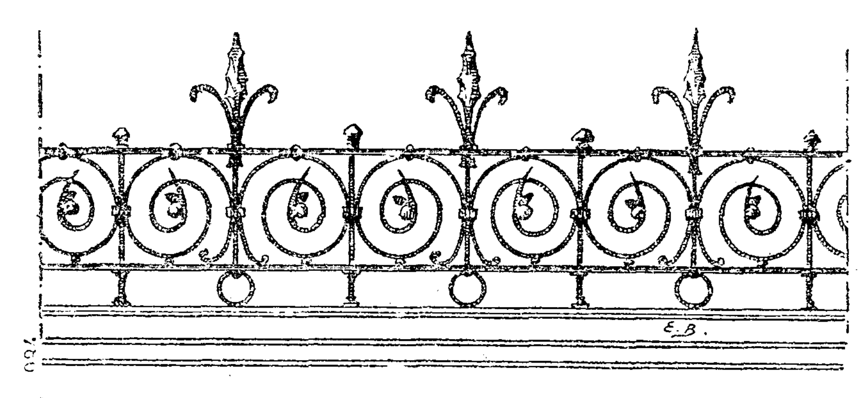


Fig. 935.

preciso en esta clase de trabajos tratar de atenuar el efecto penetrante del metal, y aunque la perspectiva permita apreciar las anchuras de los hierros, será conveniente añadir algunos motivos estampados.

Las cresterías se fijan sobre los caballetes por los pequeños montantes que terminan en horquilas o van simplemente clavados en la madera.

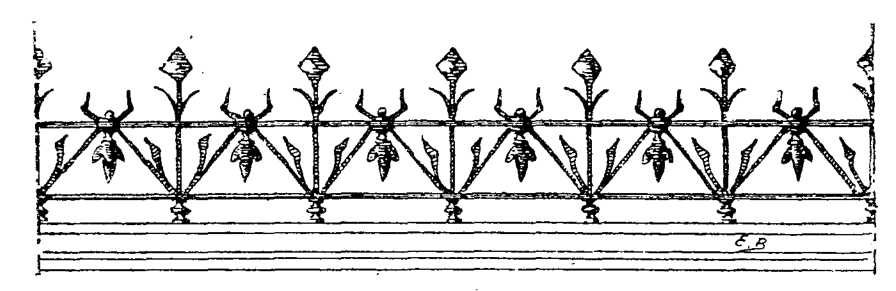


Fig. 936.

Las figuras 933 y 934 representan cresterías más importantes; la traviesa se separa del caballete por pequeños círculos, o por ces colocadas debajo de los motivos.

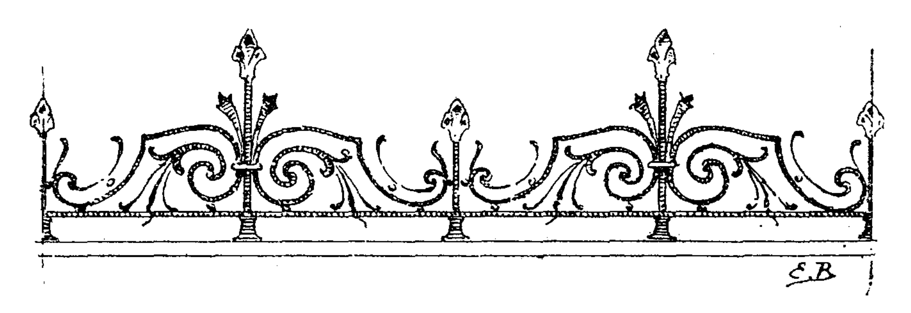


Fig. 937.

Se construyen también cresterías con dos traviesas y arrollamientos intercalados; nuestra figura 935 ofrece esta disposición; los montantes van alternados pequeños y grandes,

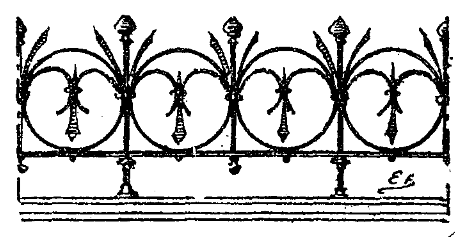


Fig. 938.

estos últimos estampados en hojas o en florones; las volutas arrolladas en espiral se terminan en el centro por una palmeta estampada o de chapa repujada.

El tipo de la figura 936 es igualmente de dos traviesas, montantes estampados y con basamento; las traviesas son de

agujeros ensanchados, y los colgantes de los pequeños lazos están motivados por perillas.

Los círculos, las volutas, las crucetas, son también exce-

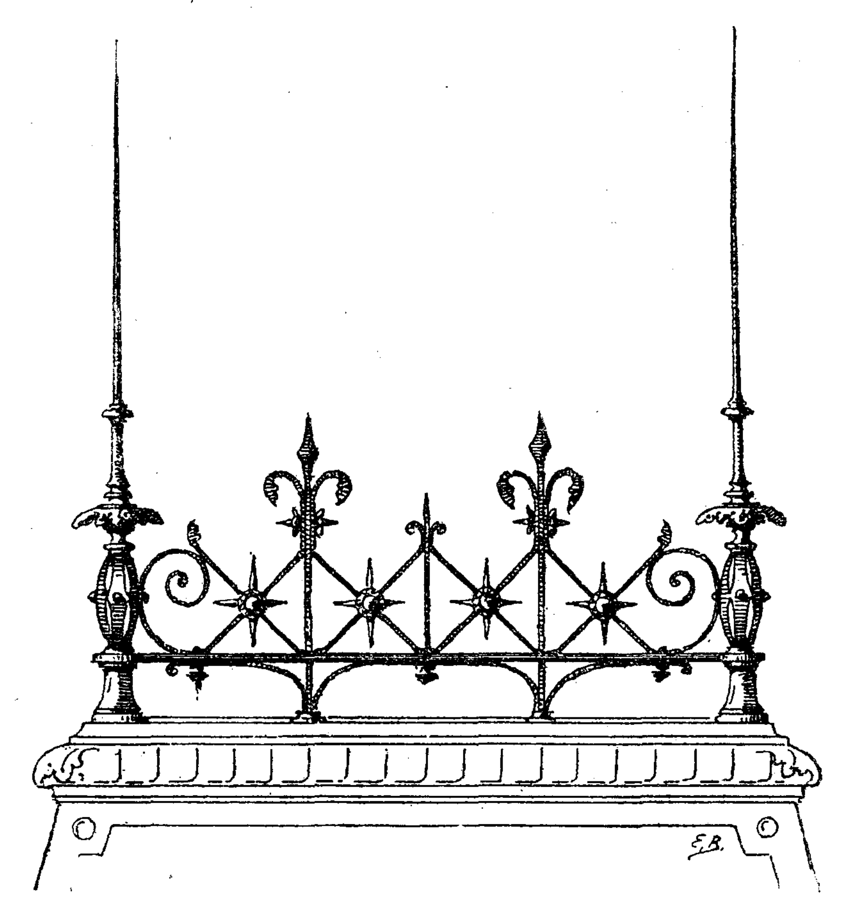


Fig. 939.

lentes elementos para cresterías; las figuras 937, 938 y 939 son una aplicación de ello.

Hemos colocado este último ejemplo entre dos espigas terminales, sobre las cuales vienen a apoyarse.

Espigas

Se llama espiga un adorno que corona un pendolón, las extremidades de un caballete, etc.

Como las cresterías, las espigas se hacen de plomo, de barro cocido y de zinc.

Presentamos algunos modelos de espigas de hierro; la figura 939 representa espigas fijas a la cúpula de un quiosco;

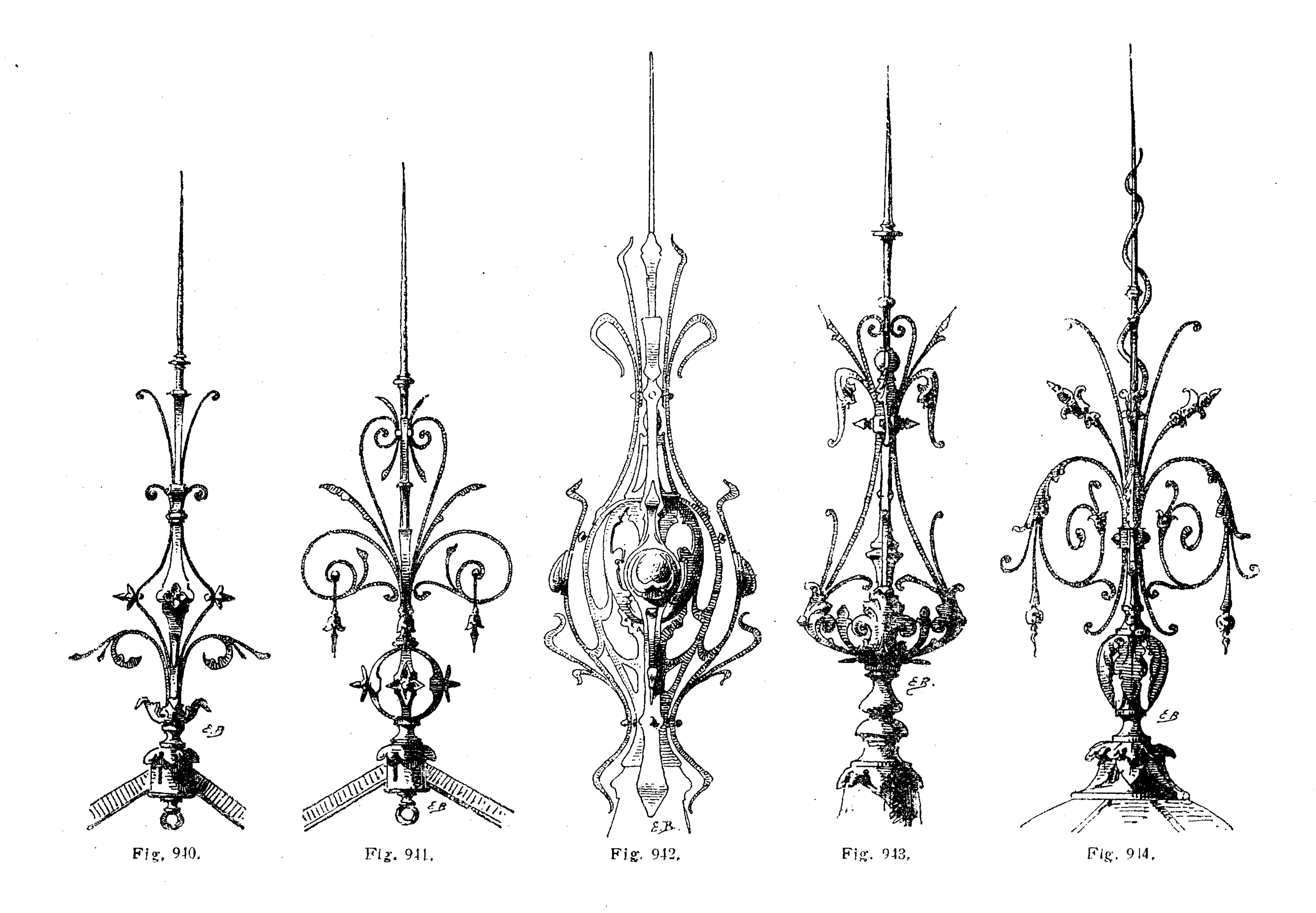


Fig. 910. Fig. 911. Fig. 912. Fig. 913. Fig. 914.

van cuatro espigas en este coronamiento; las espigas son de hierro redondo, pasan a través de la cubierta y van empernadas por debajo.

El cuerpo está formado por perillas con arandela de garganta y florones aplastados y recortados, de los cuales parten pletinas adelgazadas y adornadas de rosetas en la parte saliente; todas las ramillas van reunidas por un collar, y la aguja va adornada con un anillo.

Las figuras 940 y 941, más decoradas, tienen la misma construcción de conjunto, y las rosetas, perillas, etc., son de chapa repujada.

En las figuras 942, 943 y 944 hemos empleado ampliamente el repujado porque da más masa, más amplitud, y al mismo tiempo que da cuerpo al conjunto hace resaltar más las líneas decididas y nerviosas de las volutas de hierro.

La importancia de las espigas varía con la de la construcción a la cual se aplican; no se puede, sin embargo, determinar una proporción fija entre la altura del edificio y la de la espiga por entrar en consideración condiciones demasiado diversas referentes a los materiales, a la planta, al estilo adoptado, a la altura sobre el suelo, al punto en que se construye, etc.

Entiéndase bien que la espiga debe ser estudiada al mismo tiempo que la cresteria que la acompaña; se deben tener en cuenta en la espiga las alturas de las traviesas, el valor de la ornamentación, y en fin, disponer los cuerpos de molduras de manera que se destaquen las líneas principales.

Motivos diversos

Anclajes decorados

Al tratar del anclaje, hemos descrito los anclajes ocultos, metidos en la mampostería; los anclajes decorados quedan aparentes.

El anclaje más común es una sencilla barra de hierro cuadrado de 0,03 a 0,04 m., con un cimacio en el perfil en

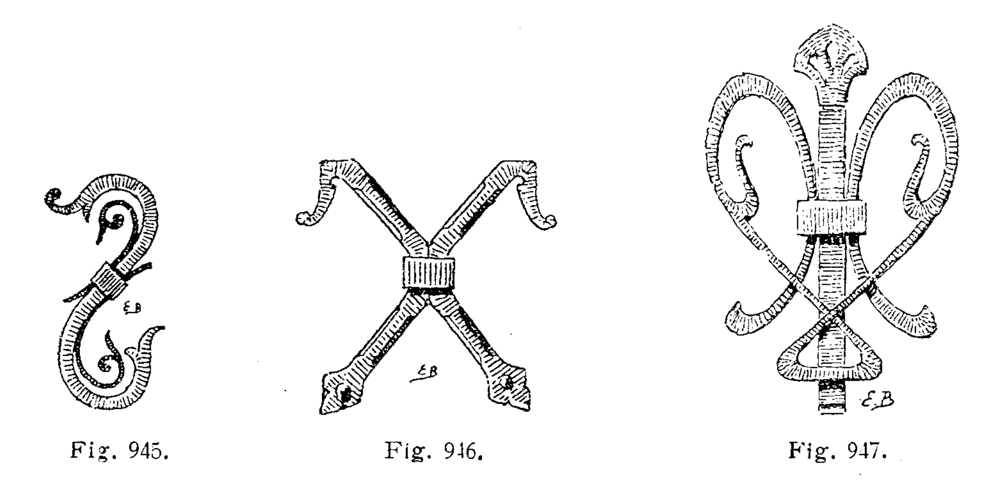


Fig. 945. Fig. 946. Fig. 947.

cada extremidad; esta barra pasa a través de un ojo reservado en la cadena de anclaje.

Se construyen también en cruz con extremidades en florones; en S (fig. 945) que hemos acompañado de ligeras volu-

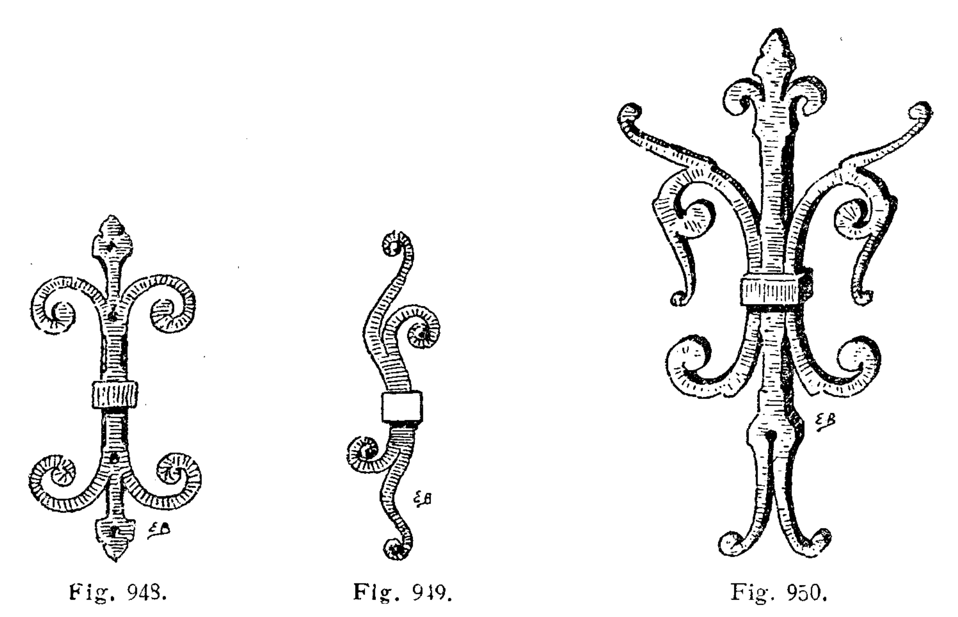


Fig. 948. Fig. 949. Fig. 950.

tas que sirven para acuñar, en M, edad media, en X (fig. 946), cuyos extremos pueden variar hasta lo infinito; en Y, en T, en doble T, etc.

Después vienen las formas compuestas con florones, con chaflanes o sin ellos (figs. 947 y 948), en forma de llama (figura 949); los anclajes muy decorados de una composición más rica y formados a menudo por varias piezas (fig. 950).

La longitud ordinaria de los anclajes es de 0,50 a 0,75 m.

Se emplean también anclajes de fundición; ordinariamente consisten en fuertes placas, gruesas en el centro, a menudo con nervios y decoradas según el gusto del conjunto.

Estos anclajes son cuadrados, rectangulares, redondos u ovales.

Ganchos para canalones

Los ganchos de canalones son láminas de pletina recurvadas que se colocan en el alero de una cubierta para sostener los canalones.

En ciertos trabajos de cerrajería se pretende evitar el canalón costoso, y se encuentra la canal ordinaria demasiado

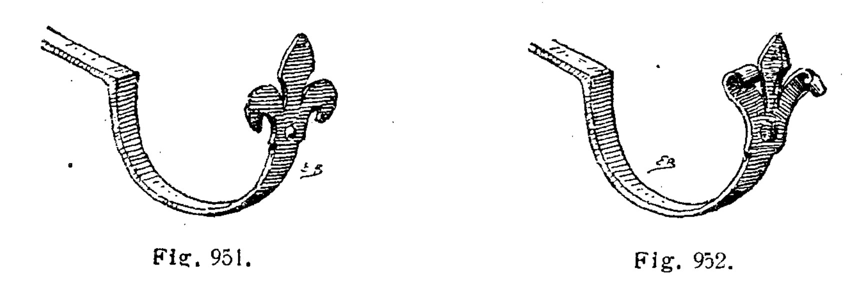


Fig. 951. Fig. 952.

sencilla; se puede entonces decorar la canal añadiéndole un lambrequín de zinc de 0,05 a 0,06 m. de altura colocado debajo del borde de aquélla, o bien unos ganchos decorados poco

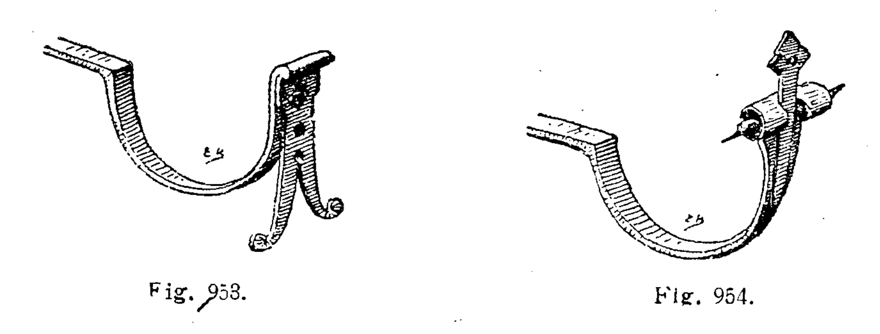


Fig. 953. Fig. 954.

espaciados; la figura 95 1es un gancho cuya extremidad va aplastada en forma de florón o de flor de lis; se puede recortar el hierro después de haberlo adelgazado y darle la forma de la figura 952; finalmente, se adorna el gancho por un motivo colgante (fig. 953), o por un cuerno de carnero con una pieza en florón fijada por remaches (fig. 954).

CIMACIOS Y MOTIVOS DE TERMINACIONES

La palabra cimacio se emplea en cerrajería para indicar que la extremidad de un hierro está perfilada.

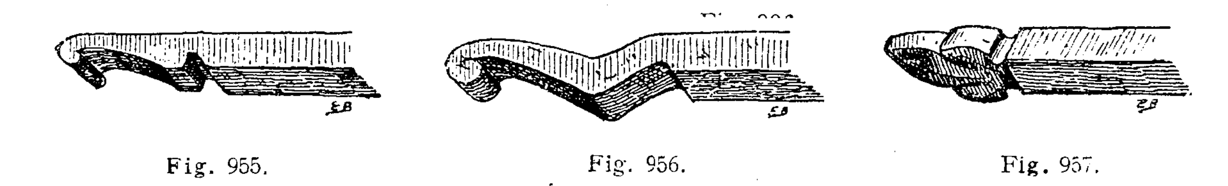


Fig. 955. Fig. 956. Fig. 957.

Los cimacios se hacen siempre en caliente; pueden ser

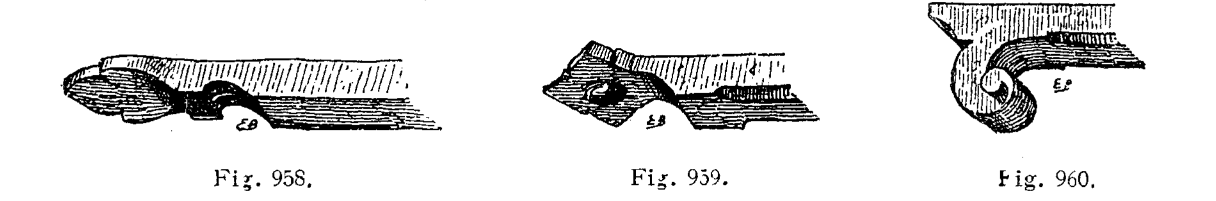


Fig. 958. Fig. 959. Fig. 960.

labrados en el hierro cuando no rebasan de la sección de éste, como en las figuras 955 y 956.



Fig. 961. Fig. 962.

Las figuras 957, 958, 959, 961 y 962 necesitan un recalcado del hierro para obtener una masa suficiente.

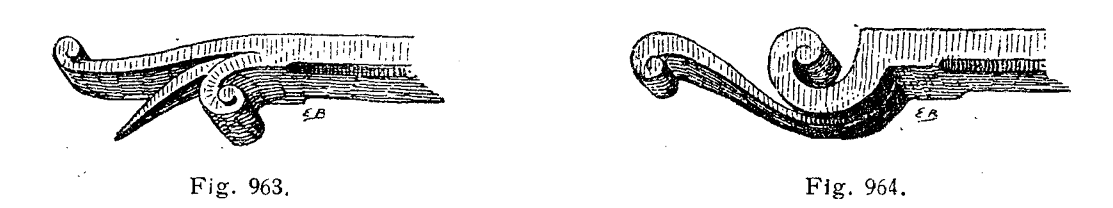
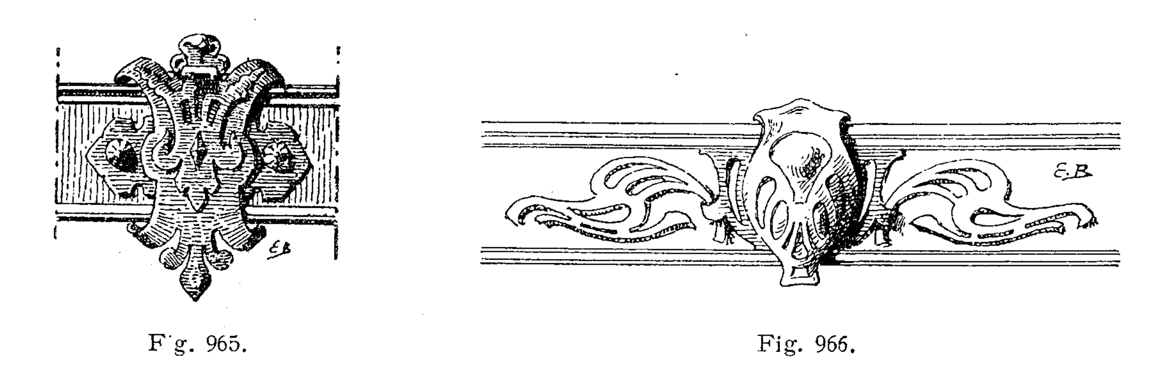


Fig. 963. Fig. 964.

Las otras formas con núcleo pueden ser obtenidas soldando una pieza destinada a formar el arrollamiento (figuras 960, 963 y 964).

MEDALLONES DE DECORACIÓN DE CANALONES, FRISOS, ETC.

Estos medallones se hacen con chapa recortada en varias aplicaciones y estampadas a martillo; las figuras 965 y 966 están compuestas de tres recortes superpuestos.



F'g. 965. Fig. 966.

Las figuras 967 y 968 son asimismo de chapa; los salientes, arrollados en forma de pergaminos y de cuernos de carnero, van taladrados y calados; el escudo de la figura 967 es martillado con una arista central.

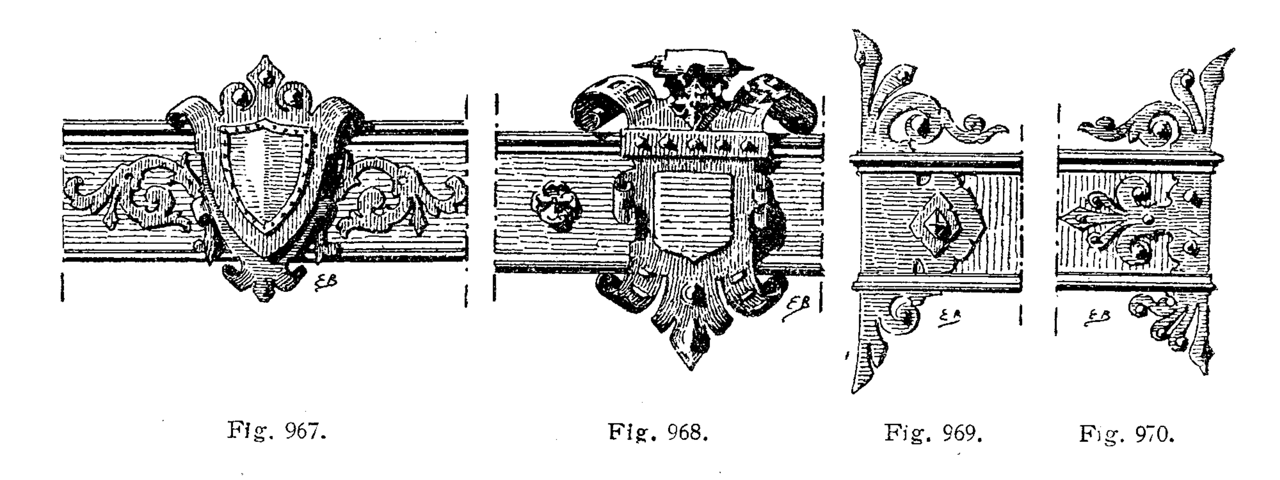


Fig. 967. Fig. 968. Fig. 969. Fig. 970.

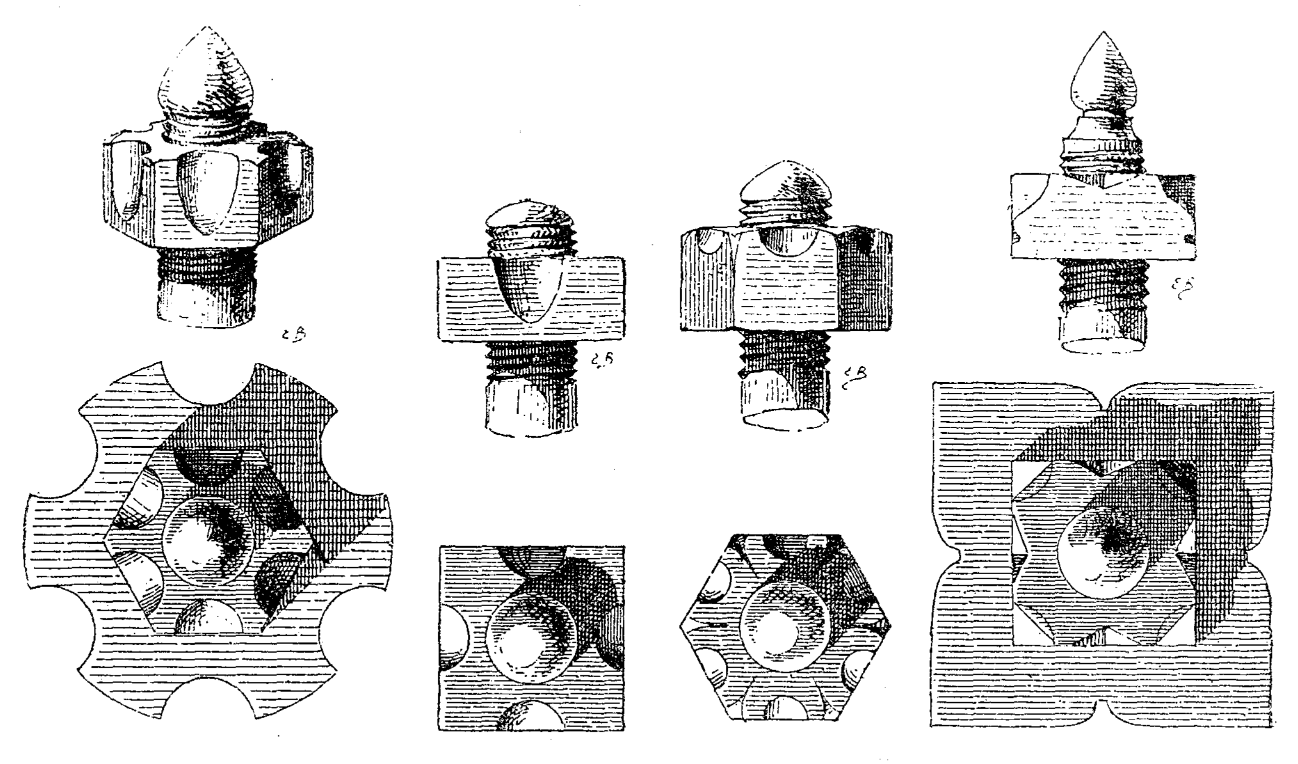
Estos motivos van siempre acompañados por otros en los ángulos (figs. 969 y 970).

Se completan estos medallones por clavos, rosetas, etc., pero es preciso ante todo darles formas variadas y evitar cuidadosamente que resulten aplastados.

TUERCAS DECORADAS

Las tuercas, cuadradas o hexagonales, son muy empleadas en la construcción, pero son de bastante mal efecto cuando deben quedar aparentes en un trabajo artístico.

Pueden cambiarse suficientemente sus formas para hacerlas tolerables; así, las figuras 971 y 972 representan una tuerca con una muesca en cada una de sus caras; este trabajo puede



Figs. 971 y 972. Figs. 973 y 974. Figs. 975 y 976. Figs. 977 y 978.

hacerse también con la lima redonda; si se añade una arandela o una roseta se obtiene casi el efecto de un clavo decorado.

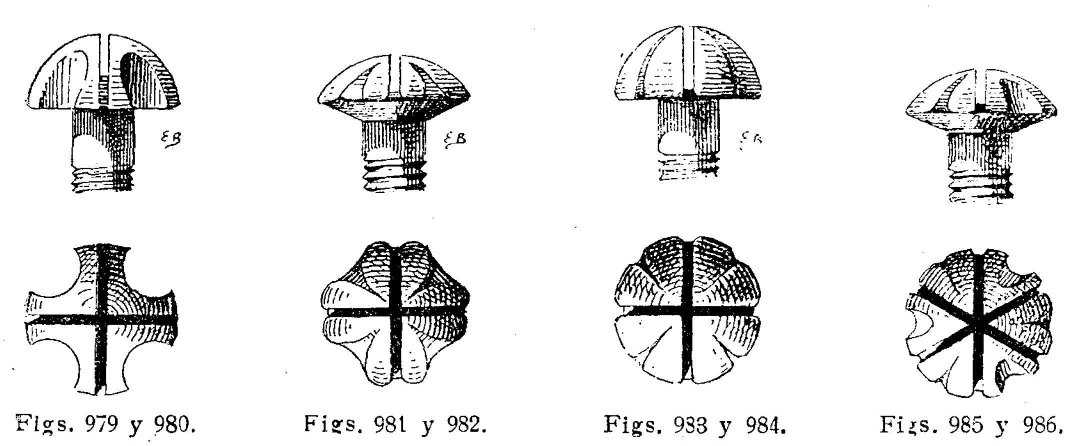
La tuerca cuadrada, tratada del mismo modo, está representada en las figuras 973 y 974.

Otra tuerca hexagonal con muescas más pequeñas está representada en las figuras 975 y 976; los ángulos están achaflanados como puede verse en la vista horizontal.

Modificando los ángulos de una tuerca cuadrada con arreglo a un perfil, se obtiene el efecto representado en las figuras 977 y 978.

Tornillos decorados

Los tornillos pueden ser tratados por los mismos procedimientos que las tuercas; la ranura podría suprimirse apretando los tornillos con una llave, operación fácil, sobre todo



Figs. 979 y 980. Figs. 981 y 982. Figs. 983 y 984. Figs. 985 y 986.

para el caso de las figuras 979 y 980; las cabezas en gota de sebo (figs. 981 y 982) se prestan menos a ello, pero todavía resultan prácticas.

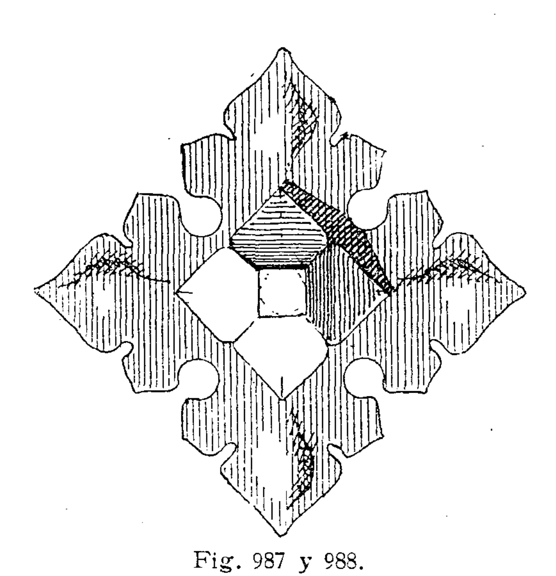


Fig. 987 y 988.

Si se conservan las ranuras, para desfigurar el tornillo se pueden hacer aquéllas dobles o triples, como indican las figuras 983 a 986.

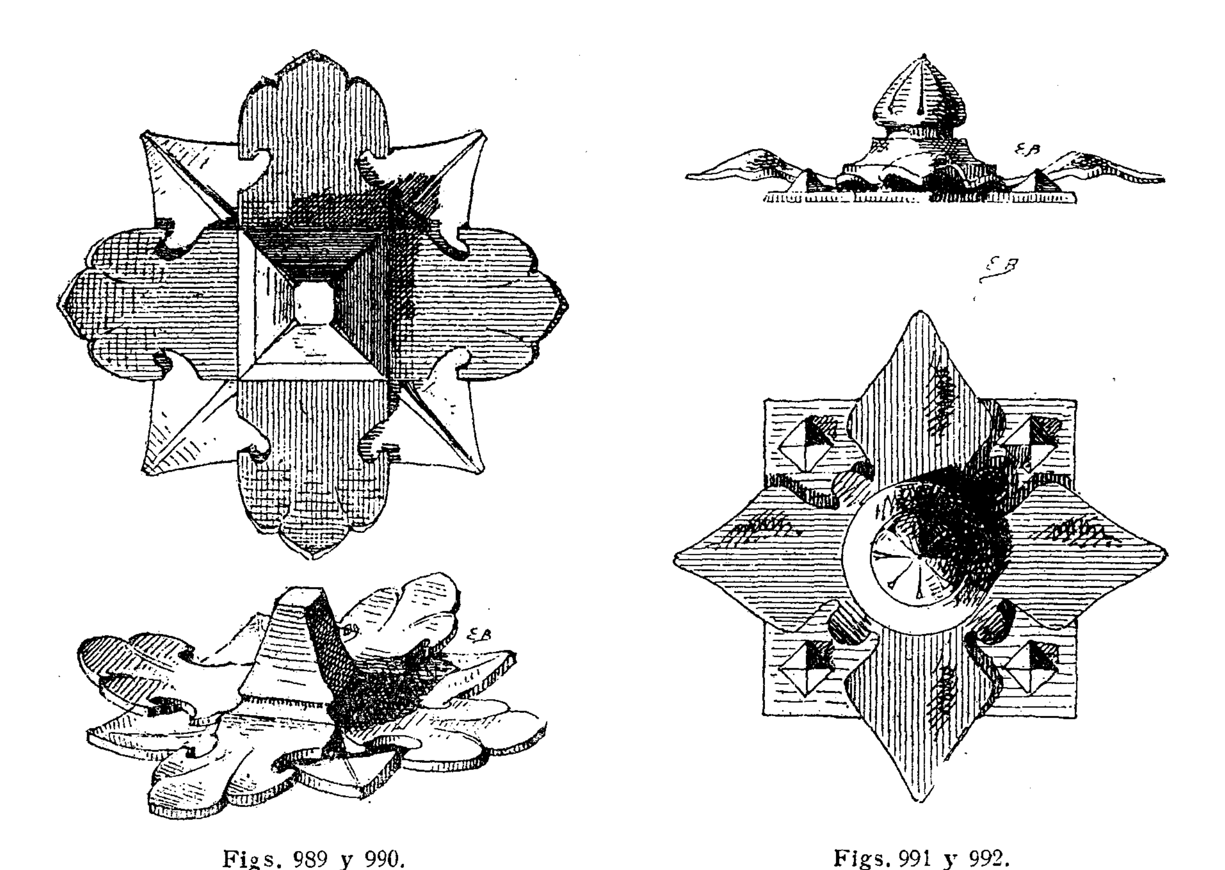
Clavos decorados

Los clavos han sido y son todavía empleados en la decoración de las puertas; se hacen de todas formas, en punta de diamante, semiesféricos, cónicos, etc.

Se hacen también compuestos de varias piezas (figuras 987 y 988); la cabeza del clavo se apoya sobre una arandela recortada y embutida.

Hay clavos con la punta hendida para ser remachados en su sitio rebatiendo las dos partes, como se hace para los pasadores de media caña.

Cuando tiene más importancia, el clavo apoya sobre dos platinas recortadas y realzadas; estos clavos pueden ser reemplazados por pernos; en el caso de dinteles aparentes,



Figs. 989 y 990. Figs. 991 y 992.

por ejemplo, el apriete, cuando queda oculto, puede hacerse con una tuerca ordinaria (figs. 989 y 990).

Otro motivo (figs. 991 y 992) está compuesto de un botón, con la base ensanchada que se apoya en dos arandelas repujadas.

ROSETAS

Las rosetas empleadas en cerrajería son generalmente de fundición, o bien de chapa estampada o repujada.

Los modelos de fundición del comercio ofrecen un surtido considerable de todos los estilos y de todas dimensiones.

Para el trabajo ordinario que no tiene un carácter bien definido, la fundición está bien en su sitio; las rosetas sobre los canalones, por ejemplo, ganan con ser un poco pesadas, teniendo cuerpo; es preciso, sin embargo, escogerlas con formas bien modeladas, no con detalles finos, pero sí con buenas

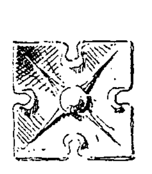
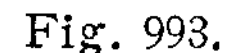



Fig. 993.

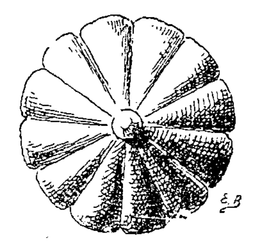


Fig. 994.



Fig. 995.

líneas, buenos perfiles y con saliente si se trata de botones: con hojas destacadas del fondo y levantadas si se trata de rosetas.

Las rosetas de chapa estampada conservan de su misma fabricación una falta absoluta de carácter, cualquiera que sea su dibujo; la roseta estampada es rígida, regular, demasiado regular. Generalmente, afecta la forma de un segmento

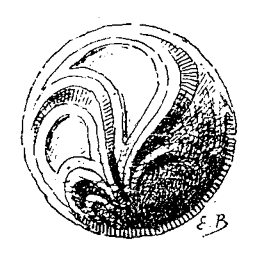


Fig. 996.

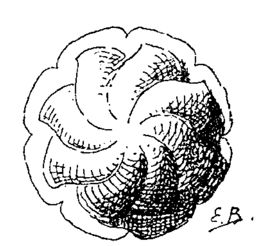


Fig. 997.

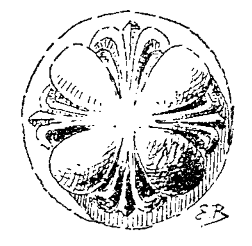


Fig. 998.

de esfera con seis u ocho caras, pero las hay también con cuatro hojas redondeadas, angulosas, en hoja de hiedra, etc.

A menudo se emplean estas rosetas, colocándolas unas sobre otras, una grande y otra pequeña, y fijando el conjunto por una cabeza de clavo.

Las rosetas de zinc no convienen a la cerrajería; existen, sin embargo, modelos bastante bellos y también muy variados que podrían utilizarse; bastaría para ello sustituir el zinc por el cobre o por la chapa y hacerlas igualmente estampa-

das con 1 mm. de espesor o más gruesas; los modelos de las figuras 993 a 998 pueden ser obtenidos de este modo.

Se puede dar a las rosetas así estampadas, y lo mismo puede decirse de las hojas, la apariencia de un trabajo repujado por un ligero martillado a mano.

Palmetas

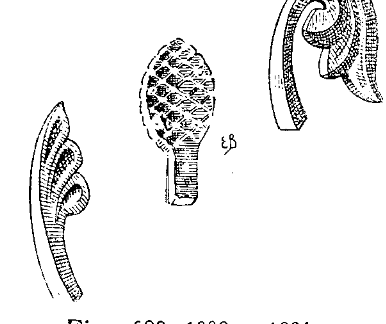
Las palmetas, en cerrajería, son pequeños ornamentos estampados o forjados en la masa y que terminan un arrollamiento, un barrote, etc.

La forma de las palmetas es simétrica o disimétrica, y está subordinada al estilo del conjunto que están llamadas a completar.

La palmeta simétrica toma a menudo el nombre de florón.

Basta el examen de una figura, la 999, por ejemplo, para darse cuenta de la dificultad de forja que presentan estas piezas, y al mismo tiempo la ventaja que ofrece hacerlas con matriz.

Estas piezas son forjadas y estampadas antes de soldarlas a la barra; de este modo son más manejables puesto que resultan más ligeras.



Figs. 999, 1000 y 1001.

La figura 1000 es una imitación de una piña; se puede obtener fácilmente sin estampa; el hierro es recalcado y aplastado en la forja; toma su forma definitiva con el martillo y el cuadriculado de las caras se hace en seguida con la tijera o con la lima.

La forma de esta piña debe ser ligeramente convexa, resultando, en cierto modo, el bajorrelieve del objeto que representa; como la anterior, esta palmeta se suelda a su barra cuando está enteramente concluída.

En nuestro primer ejemplo hemos indicado una palmeta ahuecada en las hojas; la figura 1001 es, por el contrario, en

relieve. Las formas son angulosas; más que ninguna, necesita, pues, de la estampa y hace indispensable soldar al hierro una masa para proporcionar el desarrollo necesario para la hoja.

En muchos casos se pueden sustituir las palmetas de hierro macizo por otras repujadas con martillo y remachadas sobre un núcleo arrollado en el hierro; sobre el hierro redondo son de buen efecto la chapa o el cobre repujado. En este caso la palmeta se coloca, por lo general, francamente en saliente.

Cerrojos, pestillos, aldabillas

El cerrojo es una pieza del herraje de una puerta que sirve para su cierre; es un vástago que resbala en unas armellas o guías montadas directamente sobre la hoja o sobre una platina.

Cerrojos

Sin detenernos en las diversas formas de cerrojos citaremos algunos de los sistemas empleados.

El cerrojo ordinario es una barra que corre en unas guías, y viene verticalmente a alojarse en una mortaja; en las rejas se le puede hacer de hierro cuadrado o redondo, y reemplazar el botón para tirar por una forma sacada con el mismo hierro y a propósito para ser cogida con la mano.

El cerrojo de corredera, igualmente empleado en las rejas, es una barra en la cual se ha practicado una ranura en la que se colocan una o dos guías que mantienen la barra en su sitio.

El cerrojo cajeado, que se aloja en el espesor de la hoja, cuyo botón tiene muy poco saliente, y a veces hasta está enrasado, se manipula con la uña o valiéndose de un pequeño instrumento cualquiera de hierro, y se desliza en una corredera.

Este último sistema, especialmente aplicable a la madera,

se emplea también, sin embargo, en las rejas de carnicerías; un simple hierro redondo va introducido en un barrote hueco, entallado en corredera según la longitud de su carrera, y el botón se obtiene por un tornillo de cabeza redonda atornillado sobre el cerrojo o barra redonda interior; la detención se efectúa por una desviación lateral y un tope como en los pestillos de noche.

Los cerrojos forjados, de que nos ocupamos aquí, son muy decorativos: la figura 1002 es un ejemplo sencillo con dos

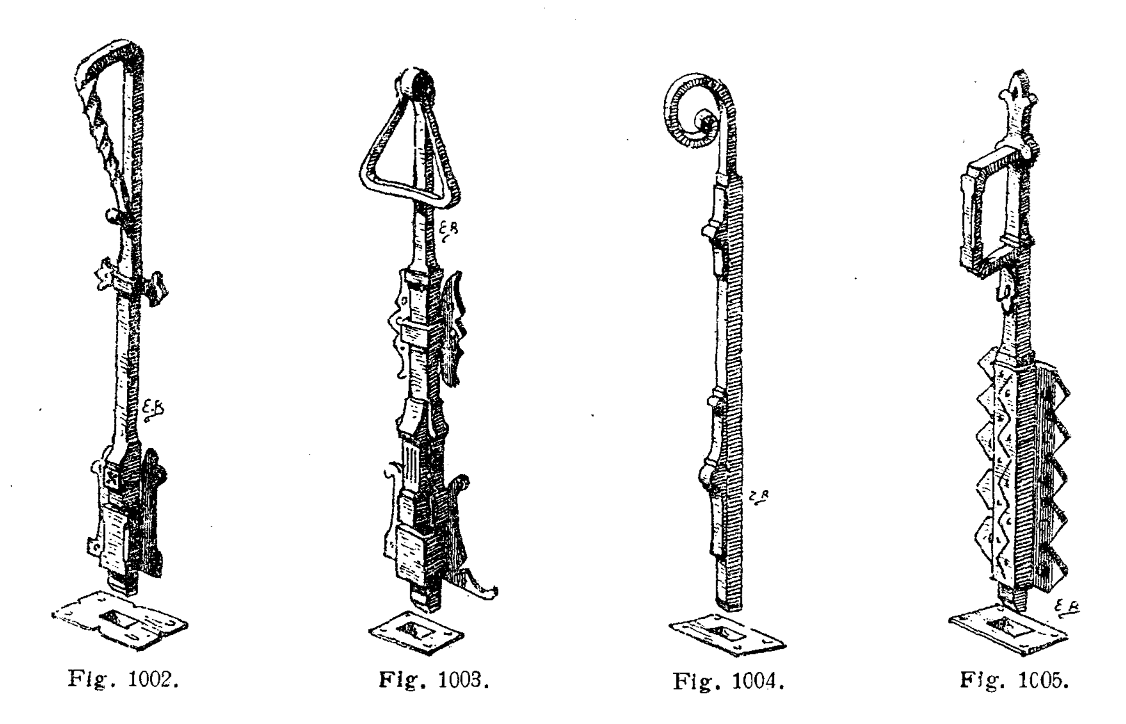


Fig. 1002. Fig. 1003. Fig. 1004. Fig. 1005.

guías; la empuñadura en gancho cerrado está retorcida y terminada por un botón; el cerrojo es detenido al final de su curso en la armella por un talón; este modelo no tiene platina, las guías van fijas directamente a la hoja.

Las armellas montadas sobre platinas van provistas de espigas remachadas por detrás (fig. 1003); en este ejemplo la empuñadura articulada ocupa menos sitio y se puede coger mejor con la mano.

El cerrojo de sombreros (fig. 1004) se fija sobre el hierro; no existen guías; los sombreros llevan unas espigas que penetran en unas muescas practicadas en el montante de la puerta y van enchavetadas o atornilladas.

El cerrojo de empuñadura (fig. 1005) no difiere de los dos primeros más que por la disposición de su guía única.

Los cerrojos llevan a veces una varilla que penetra en la cerradura y se encuentra detenida cuando ésta está cerrada.

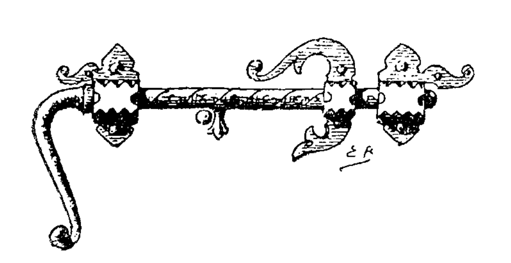


Fig. 1006.

Los cerraderos de estos cerrojos son platinas de 4 a 5 mm. de grueso, fijas sobre un bloque de piedra con agujeros para tacos que reciben los clavos o tornillos.

El cerrojo de noche es un cerrojo horizontal (fig. 1006), con guías y mortaja, que lleva una detención para impedir todo movimiento.

Tal como está representado, el cerrojo está cerrado; para abrirlo es preciso levantar horizontalmente la empuñadura; el taloncillo escapa y se tira del cerrojo.

Pestillos

Los pestillos son pequeños cerrojos horizontales que a

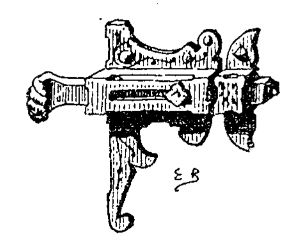


Fig. 1007.

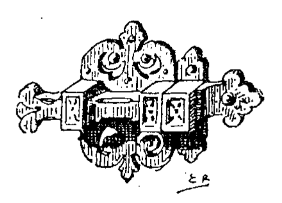


Fig. 1008.

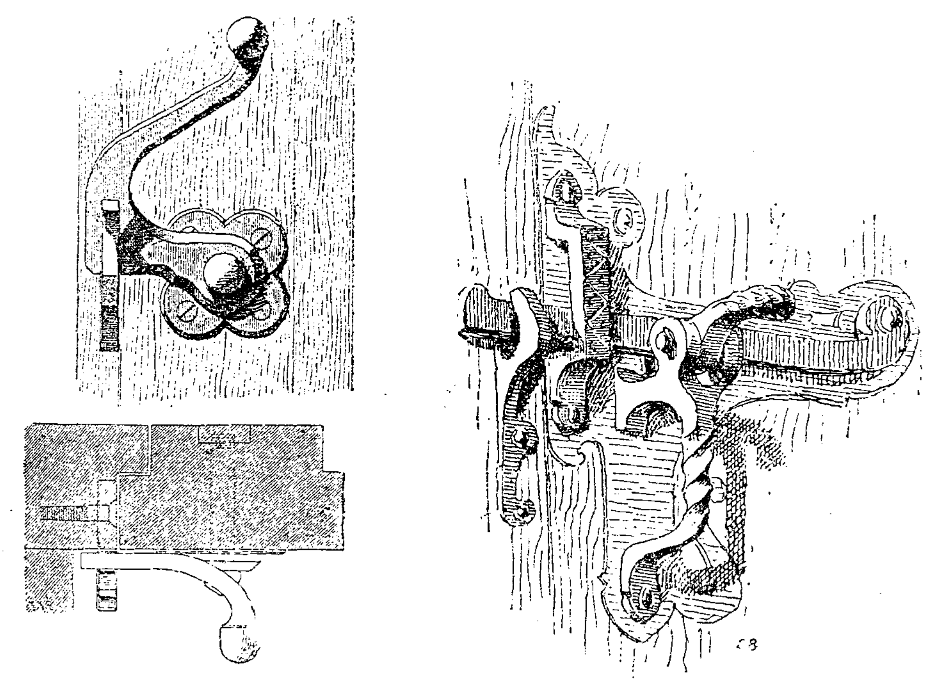
menudo se hacen de cobre; nuestros dos ejemplos (figs. 1007 y 1008) son de hierro forjado sobre platinas recortadas.

Aldabillas

Las hay de varias clases.

La aldabilla de batiente es una pieza de hierro que gira sobre un eje y va guiada por una armella alargada; la extremidad opuesta al eje viene a detenerse sobre un taloncillo.

Las figuras 1009 y 1010 representan una aldabilla de este



Figs. 1009 y 1010. Fig. 1011.

género ejecutada para las ventanas del castillo de Pierrefonds, bien estudiada por ser de manejo cómodo.

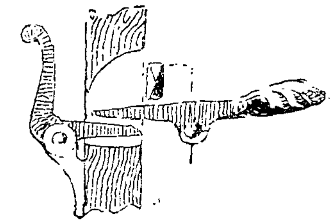


Fig. 1012.

La aldabilla de pulgar (fig. 1011) se compone de una platina, sobre la cual va articulado el brazo y a la que va remachada la armella, y de una empuñadura para tirar de la puerta, sobre la cual va montado un saliente que se maneja con el dedo pulgar.

Se coge la empuñadura, se apoya el pulgar sobre el saliente que al hacer de palanca levanta el brazo y se tira de la puerta.

Las aldabillas pueden abrirse por los dos lados adoptando la disposición indicada en la figura 1012.

Llamadores de puerta o aldabones

Los llamadores de puerta están destinados a indicar a las personas que habitan en el interior que un visitante desea entrar.

Antiguamente, antes que se conociesen los timbres, y sobre todo los eléctricos, se empleaban mucho los aldabones; eran de bronce, de cobre, de hierro, a menudo motivados por

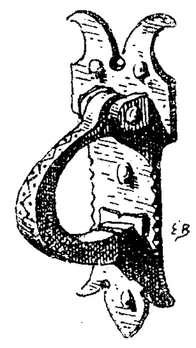


Fig. 1013.



Fig. 1014.

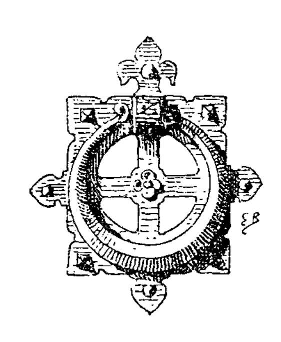


Fig. 1015.

quimeras o cabezas de león mordiendo un anillo, a veces cabezas y hasta figuras enteras.

Los llamadores servían también de empuñadura para tirar con el fin de cerrar la hoja y estaban articulados como se indica en la figura 1014.

Las platinas que llevan los llamadores son de ordinario recortadas, bien sea como en la figura 1013, sencillas y en relación con los aldabones, o muy caladas, como en los llamadores de los siglos XVII y XVIII, de los que representamos uno en la figura 1014.

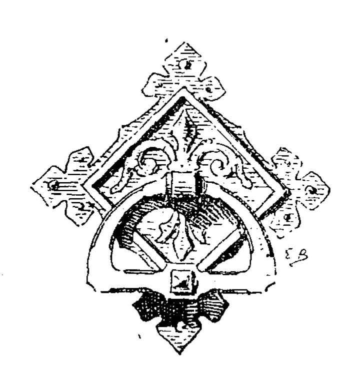


Fig. 1016.

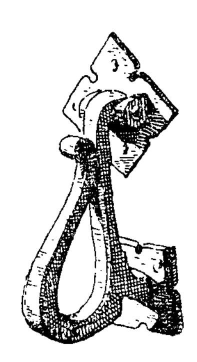


Fig. 1017.

Este último modelo es de sección redonda; la empuñadura puede ser estampada o forjada, los codos forjados y concluídos a lima; este género va de ordinario pulimentado.

El llamador de anillo, que es el más frecuente, probablemente a causa de su facilidad para cogerlo con la mano (figura 1015), va igualmente articulado y montado sobre una platina recortada; en el que representamos, el anillo es de

hierro cuadrado de sección desigual, cerrándose simplemente para entrar en un ojo que forma la articulación.

Se puede también hacer el llamador con una empuñadura en semicírculo como en la figura 1016; la platina va decorada con una aplicación y un cuadro.

Las figuras 1017 y 1018 son variantes del modelo de la figura 1013; todos estos llamadores golpean la platina en una parte reforzada por un taco de hierro.

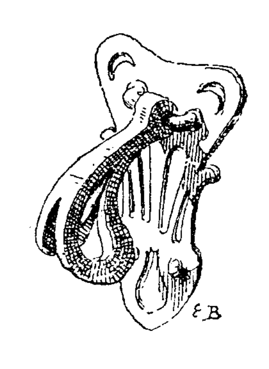


Fig. 1018.

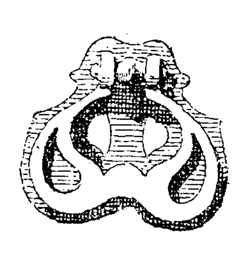


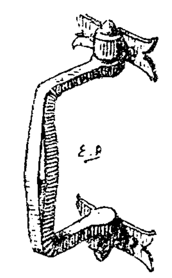
Fig. 1019.

Los llamadores actuales son empleados más bien como decoración que como llamadores verdaderos; generalmente son fijos y no sirven más que de empuñadura (fig. 1019).

EMPUÑADURAS PARA TIRAR

La empuñadura es una pieza de hierro fija sobre un objeto para permitir cogerlo fácilmente, levantarlo o tirar de él.

Las empuñaduras se colocan verticalmente (fig. 1020) u horizontalmente (figs. 1021 y 1022); se hacen de hierro cua-



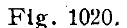


Fig. 1020.

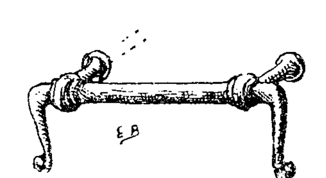


Fig. 1021.

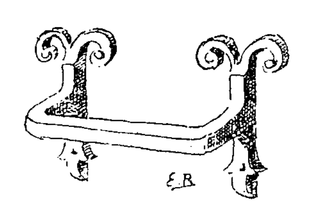


Fig. 1022.

drado, acodadas y montadas para girar (fig. 1020), de hierro redondo (fig. 1021) sobre soportes armellados que los separan de la hoja.

Con hierro cuadrado, retorcido, con patillas (fig. 1023), las empuñaduras van fijas y colocadas directamente sobre la

madera o el hierro; pueden ser del mismo hierro sin torsión, sobre soportes (fig. 1024) y, finalmente, curvadas en forma

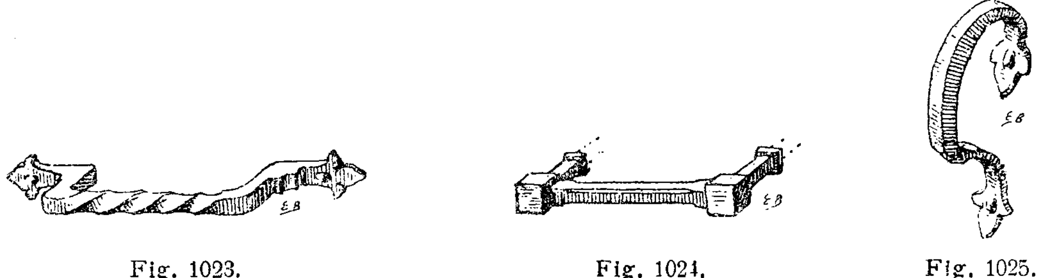


Fig. 1023. Fig. 1024. Fig. 1025.

de asa para fijarse en posición vertical y directamente sobre la hoja (fig. 1025).

Decoración de cerraduras

Las cajas de cerradura, en una fabricación cuidadosa, van algunas veces decoradas, entalladas, formando aguas, etc.; también se las adorna con aplicaciones; la figura 1026 repre-

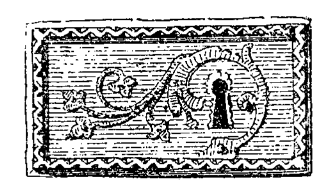
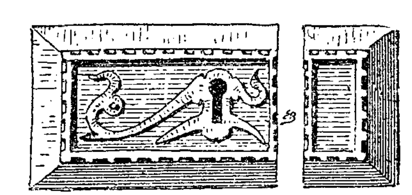


Fig. 1026.



Figs. 1027 y 1028.

senta una cerradura decorada con un marco de pletina remachado y entallado de modo que forme zig-zags, y de una aplicación recortada que rodea el ojo de la cerradura.

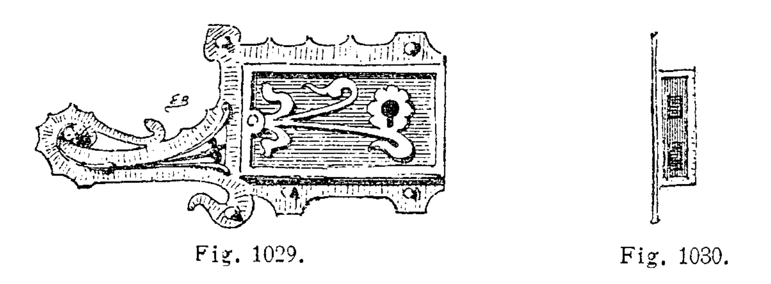


Fig. 1029. Fig. 1030.

Otro caso (figs. 1027 y 1028) consiste en doblar la caja separando sus bordes en forma de bisel; el cerradero, sencillo o repetido, va guarnecido de la misma manera; el cuadro

va guarnecido de muescas planas, y el ojo de la cerradura va rodeado de un adorno recortado.

En las rejas, y en general en los cercados con grandes huecos, la cerradura va colocada sobre una platina recortada que cubre el fondillo y lleva un ojo (figs. 1029 y 1030).

Escudos para cerraduras

El escudo de la cerradura es una placa de hierro o de cobre que se coloca sobre el ojo por donde ha de entrar la llave por el otro lado de la puerta donde va la cerradura.

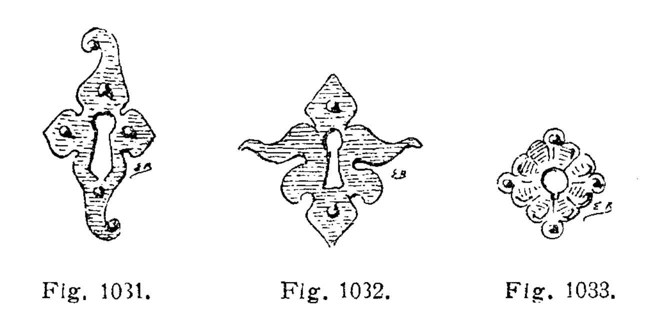


Fig. 1031. Fig. 1032. Fig. 1033.

El espesor de los escudos varía de 0,002 a 0,004 m.; el agujero está recortado según la sección del paletón de la llave.

Los recortados varían con los estilos; las placas son continuas (figs. 1031 y 1032) y se fijan con clavos.



Fig. 1034. Fig. 1035. Fig. 1036.

Cuando van grabadas, achaflanadas o entalladas (figuras 1033 y 1034) los escudos se hacen con una chapa un poco gruesa, lo cual no necesitan las placas lisas (figs. 1035 y 1036).

Llaves decoradas

Las llaves se construyen algunas veces decoradas; además del trabajo de forja muy delicado que necesitan, deben ser cinceladas; presentamos de ellas dos ejemplos (figs. 1037

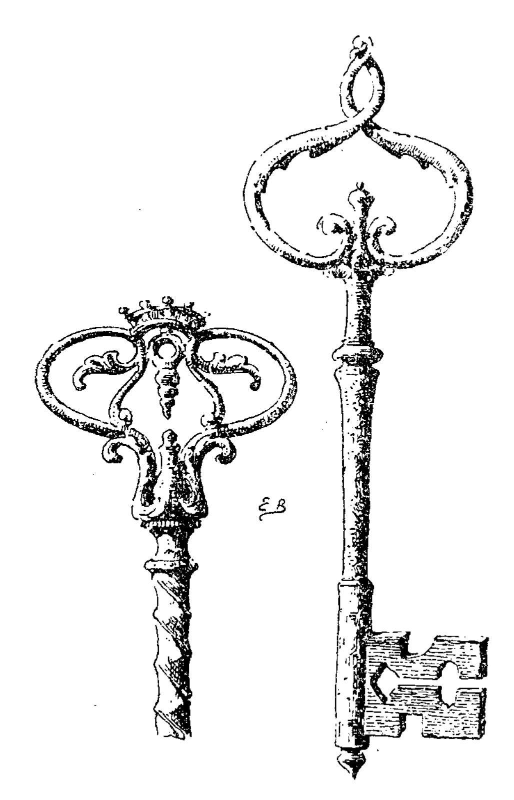


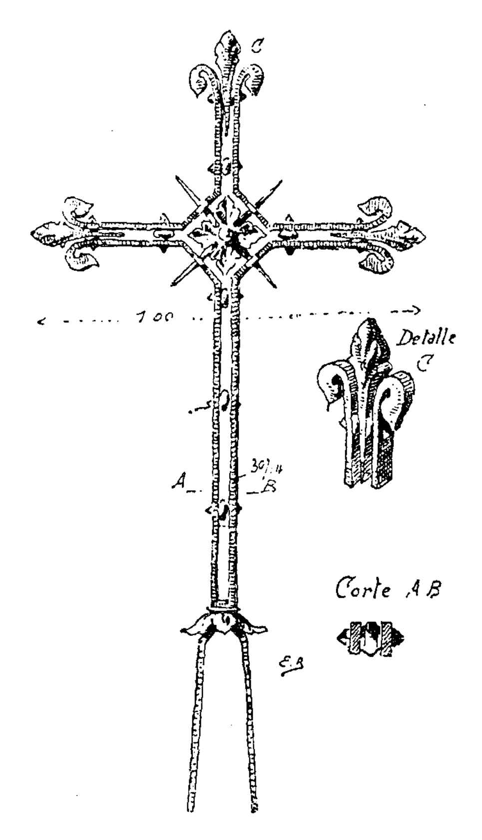
Fig. 1037. Fig. 1038.

y 1038); si estas llaves no son de espiga hueca pueden ser retorcidas; el paletón va recortado según el mecanismo de la cerradura.

Cruces

Las cruces se hacen frecuentemente de hierro forjado; abundan hermosos ejemplos de ellas; en la edad media, ciertos criminales obtenían la absolución de sus crímenes haciendo erigir una cruz en señal de expiación; otras veces estaban establecidas como signo conmemorativo de un hecho cualquiera.

En las figuras 1039, 1040 y 1041 presentamos una construcción de cruz muy sencilla, que consiste en formar el conjunto con cuatro piezas de pletina de hierro acodadas, forjadas y reunidas por bolas; en la intersección de los brazos los hierros van ensanchados para dejar pasar las puntas del motivo central; el detalle *C* indica la extremidad de un brazo, y el corte *AB* la unión de los dos hierros; las dos platabandas



Figs. 1039, 1040 y 1041.

que forman la rama vertical van separadas formando horquilla para fijarse sobre un pendolón de cercha.

La cruz de hierro cuadrado representada en la figura 1042 va ensamblada a medio hierro y consolidada por ces; los brazos van retorcidos y se terminan en pinzas forjadas.

La cruz está reforzada en el pie por dos tornapuntas.

En la figura 1043 damos una disposición, en la cual los brazos están formados por cuatro piezas reunidas por volutas oprimidas con collares sobre los brazos y formando contrafuertes lateralmente.

ARMADURAS DE POZOS

La armadura decorativa que presentamos en la figura 1044 está compuesta por tres montantes, que forman en

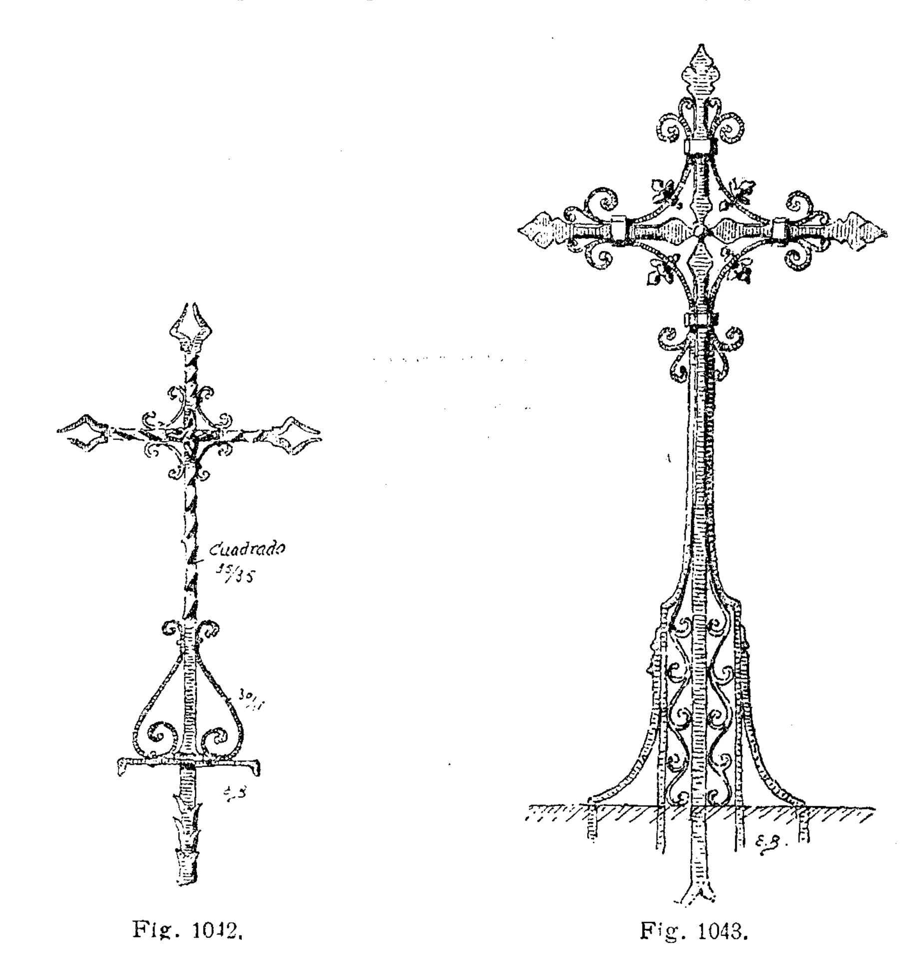


Fig. 1042.

Fig. 1043.

planta un triángulo equilátero, reunidos por una corona descansada sobre pequeños arcos.

De la corona parten unos arcos que se reúnen en el vértice y llevan la suspensión de la garrucha; sobre cada montante van dispuestos unos ganchos destinados a enganchar el cubo para impedir que suba hasta la garrucha.

PORTAINSIGNIAS

Los portainsignias son consolas destinadas a sostener, suspendidas, placas de anuncios o figuras colocadas en saliente

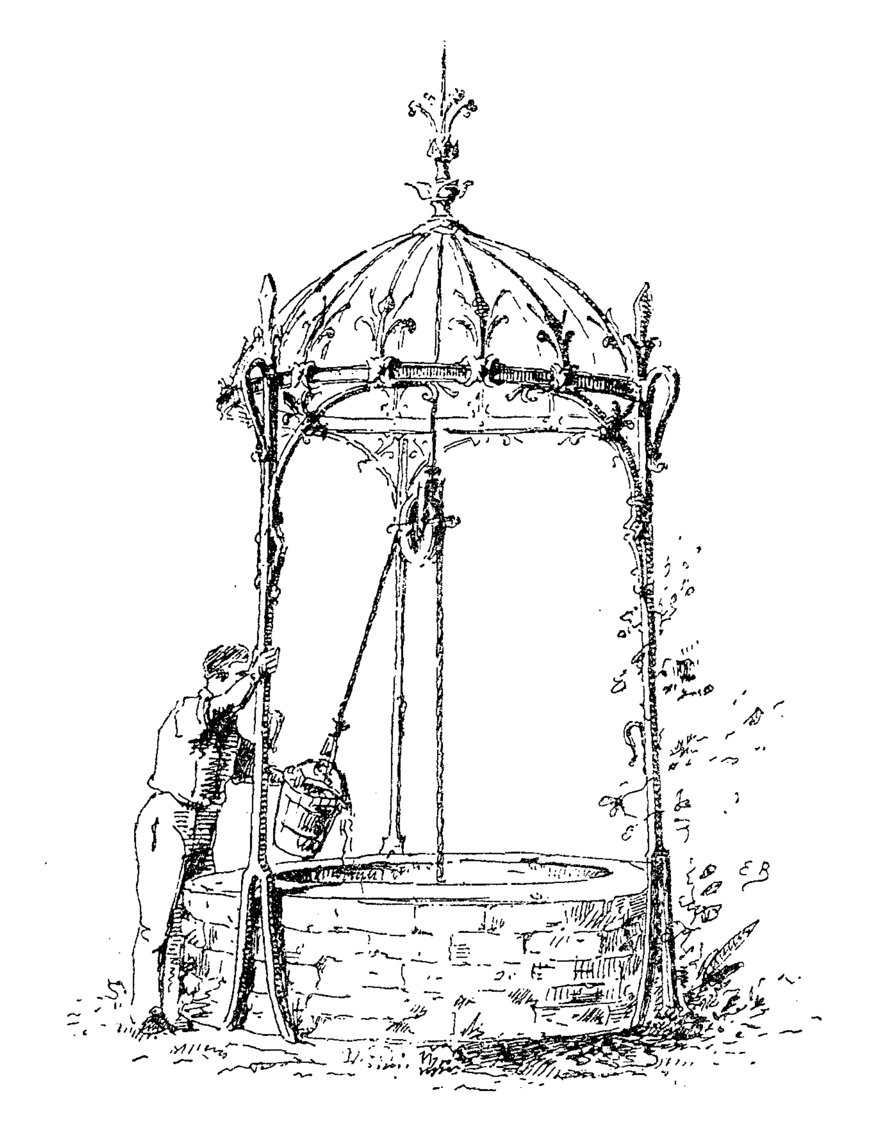


Fig. 1044.

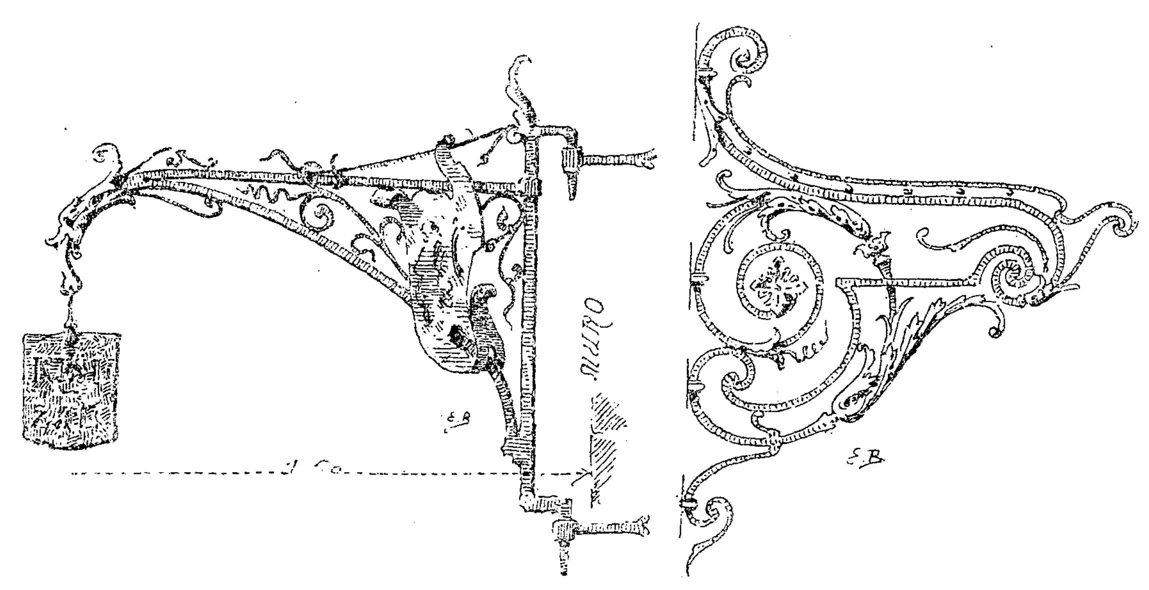


Fig. 1045.

Fig. 1046.

sobre las fachadas para indicar desde lejos al transeúnte una posada o un comercio cualquiera.

Además del motivo que representamos en las figuras 1045 y 1046, ya hemos indicado las consolas que pueden servir a este fin.

Los portainsignias son móviles y entran en unos pitones cuadrados empotrados en la mampostería, como indica el croquis de la figura 1045.

PORTALINTERNAS

Los montantes-pilastras de las rejas pueden servir cuando se prolongan formando un cayado, un brazo saliente, etc.,

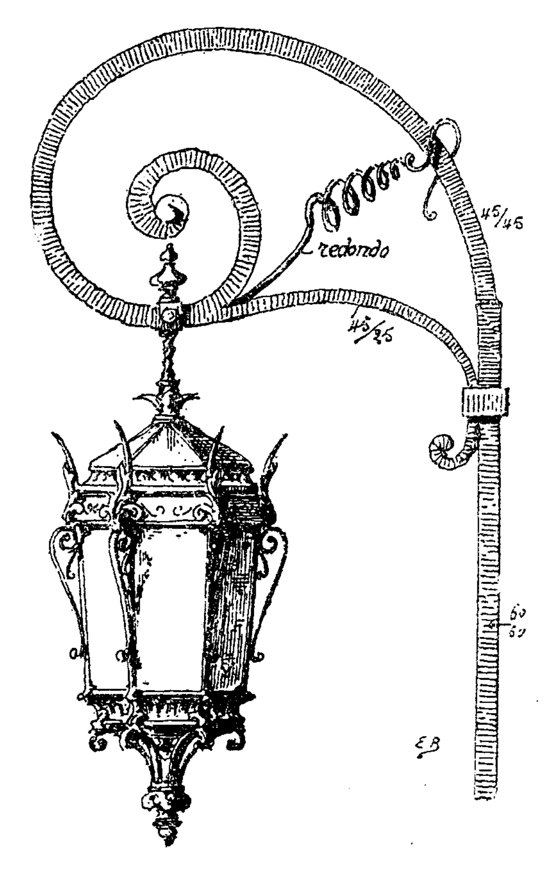


Fig. 1047.

para sostener un farol; la figura 1047 indica una disposición para este objeto.

Soportes de campana

En toda propiedad extensa es necesaria la campana para advertir a sus habitantes las horas de las comidas, las visitas, etc.

Las campanas no siempre van cubiertas; se las coloca sencillamente sobre dos consolas más o menos ricas, en la extremidad de las cuales van los cojinetes (fig. 1048).

La que representamos en la figura 1049 va cubierta por un tejadillo de chapa; éste está hecho de una pieza; la chapa galvanizada está doblada en la cumbrera.

La armadura se compone de dos consolas de hierro cuadrado y pletina reunidas por una pequeña cercha.

Morillos

Los morillos están destinados en las chimeneas a levantar la leña por encima del piso del hogar para permitir al aire entrar por debajo y facilitar la combustión (fig. 1050).

Los artistas de la edad media y del renacimiento hicieron morillos que son piezas magníficas de forja.

Los morillos se hacen a veces de grandes dimensiones coronados por cestos destinados a contener los platos para conservar los alimentos calientes; se disponen en ellos unos anillos y unos ganchos para colgar los utensilios domésticos.

Perchas

Las perchas están destinadas a soportar los vestidos y, en general, los objetos portátiles de que se despoja uno después de un paseo, un viaje, al volver a casa.

La figura 1051 es una percha de hierro redondo con partes ensanchadas para su fijación y montadas sobre una platina.

El otro ejemplo (fig. 1052) es de pletina con tres brazos; se fija a tornillo por la parte alta y se introduce por la inferior en un tabique de madera.

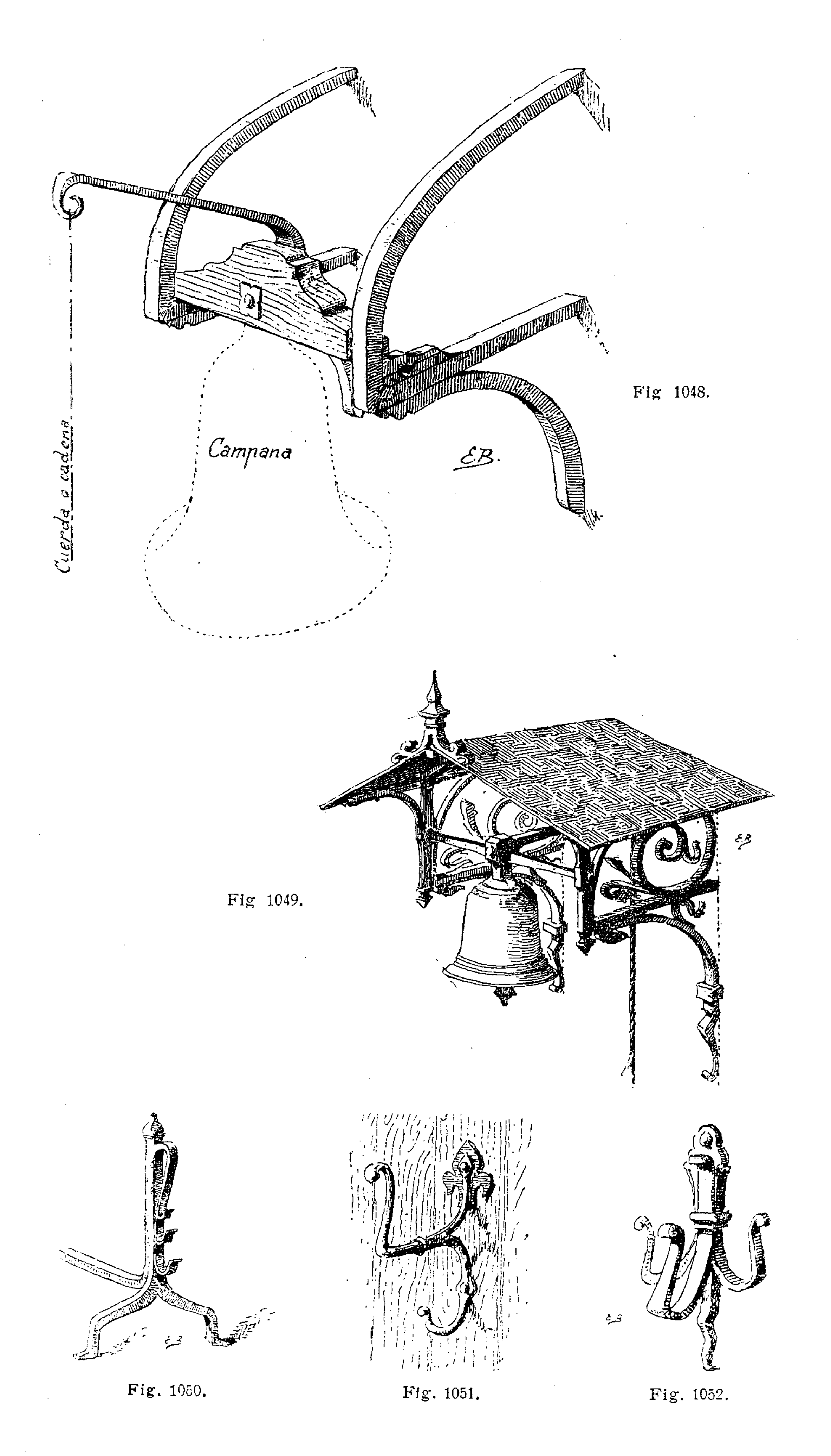


Fig 1048.

Fig 1049.

Fig. 1050. Fig. 1051. Fig. 1052.

PUPITRE-ATRIL

El pupitre es bastante alto para poder colocar en él un libro y permitir leer estando de pie; el que representamos en la figura 1053 es un trípode; puede fijarse al suelo o ser móvil; el atril es calado compuesto de pletina e inclinado a 45°.

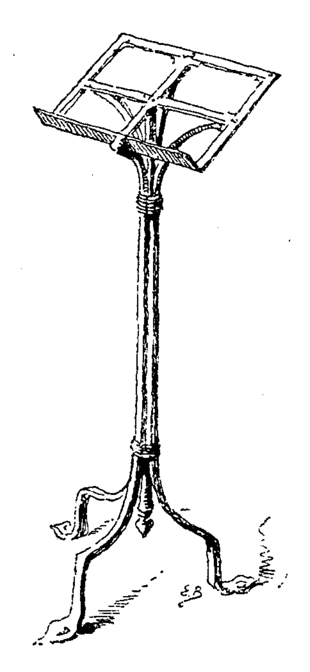


Fig. 1053.

CAPÍTULO XIV

Ferretería de la edificación

HERRAJES. — Herrajes de enlace. Herrajes de consolidación. Herrajes de movilidad. Herrajes de cierre.

CERRADURAS. — Piezas de que se compone una cerradura. Cerraduras de cifra, de plancha, de rodete, entabicadas, entalladas, cajeadas. Pliegos de condiciones para el suministro de cerraduras. Cerrojo durmiente. Media vuelta. Cerrojo de noche, pico de pato. Cerradura a dos manos, egipcia, sin llave, de bomba, Yale, de seguridad, Delator. Cerraduras Fichet. Cerraduras eléctricas. Secretos.

En el comercio se designa con el nombre de *artículos de ferretería* o *quincallería,* a una infinidad de artículos de hierro, de fundición, de acero, de cobre, etc., que comprenden los objetos más variados para la construcción, para la economía doméstica, así como herramientas e instrumentos para la industria y la agricultura.

Aquí nos ocuparemos tan sólo de la ferretería de la edificación, y únicamente de entre los innumerables objetos fabricados por la industria para este uso, y que se encuentran en los catálogos de los fabricantes, trataremos de los herrajes que guarnecen las ventanas y puertas, partes movibles y esenciales que cierran nuestras habitaciones.

Esta parte de la ferretería de la edificación es entre todas la más importante, y es objeto de incesantes progresos para poner a disposición del público, cuya fortuna particular se compone en mayor o menor escala de objetos y de valores

contenidos en las habitaciones o de muebles, medios sencillos y seguros de proteger sus bienes contra la audacia y la destreza de los ladrones de profesión. Desde este punto de vista los progresos de este arte modesto adquieren una verdadera importancia moral y social: desanimar los perversos esfuerzos de los que viven del robo y de la infracción, ¿no es arruinar su industria culpable y sustraerles de la tentación de perseverar en ella? Así, se ha establecido una lucha instructiva y curiosa entre los cerrajeros y los ladrones, entre el arte de atacar los bienes del prójimo y el de defenderlos.

Al cerrajero corresponde, poniendo en ello el último trabajo, hacer posible y cómodo el uso de la mayor parte de los objetos de carpintería, ebanistería, marquetería, etc., que sirven en todo momento a los innumerables usos de la vida. Entre las pequeñas miserias de la existencia pueden incluirse las que resultan de la imperfección de estas obras, mientras que su buena ejecución, su buen funcionamiento, su larga duración, caracterizan los productos de la industria de los países civilizados en que la vida material está organizada sobre las bases más racionales y más confortables.

Herrajes

Entre los herrajes utilizados por los cerrajeros, distinguiremos:

1.° Herrajes de enlace,
2.° Herrajes de consolidación,
3.° Herrajes de movilidad.
4.° Herrajes de cierre,
5.° Herrajes de seguridad.

Herrajes de enlace

Estos herrajes están destinados a asegurar el enlace o la fijación de las diferentes obras que entran en una construc-

ción, y, corrientemente, es la mampostería la que sirve de soporte general. Los clavos, tornillos, tirafondos, pernos, pitones, ganchos de diferentes formas para fijar las canalizaciones, etc., entran en esta categoría; pero para el cerrajero estos herrajes son más limitados, y señalaremos solamente los anclajes de que se ha tratado en las páginas 50 a 56, así como las figuras 945 a 950 de la página 491; las grapas de dovelas (fig. 70, página 59), los ganchos de canalón, figuras 951 a 954, página 492, que necesitan el concurso del forjador cuando van decorados.

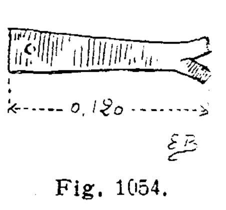


Fig. 1054.

Los bastidores o cercos de puertas y ventanas deben estar ligados de una manera rígida a las mamposterías, y para ello se emplean las garras de empotramiento (fig. 1054), que se hacen de 70 a 250 mm. de longitud, rectas o acodadas. Las figuras 1055 y 1056 indican la disposición generalmente adoptada para los anclajes de bastidores de puertas. El anclaje de los bastidores de ventanas es análogo, y debe tener, en lo posible, una garra de empotramiento en la proximidad de los goznes que se fijan al marco.

Figs. 1055 y 1056.

Herrajes de consolidación

Los más ordinariamente empleados son escuadras colocadas en los ensambles a caja y espiga de los peinazos y montantes de los marcos para ventanas y puertas vidrieras, o bien, en las grandes puertas de madera llenas, que su propio peso podría deformar; pero en este caso las escuadras

van generalmente combinadas con los goznes o bisagras. Las puertas llenas ordinarias no van, por lo general, provistas de ellas.

Las escuadras ordinarias para ventanas tienen, generalmente, 0,14, 0,16 ó 0,19 m. de longitud de brazo, y están construídas con hierros de 14 a 16 mm. de ancho, y 2,5 a 3,5 mm. de grueso. Estas escuadras se colocan arriba en el paramento exterior para no estorbar la colocación de los cáncamos de cortinas, y abajo sobre el paramento interior a causa de la perturbación que produciría el agua. Para las puertas vidrieras, generalmente más anchas y más pesadas, se emplean escuadras reforzadas de 0,16 a 0,22 m., con secciones de hierro de 16 × 3,5 a 20 × 5. Estas escuadras se colocan en unas entalladuras de la madera, que deben estar bien ajustadas, y se fijan con tornillos fresados. Las escuadras pueden también concurrir al decorado; en este caso son de hierro forjado o recortado (fig. 1057), y van atornilladas de plano sobre las hojas de la ventana sin ir encajadas. Para las puertas pesadas se emplean fuertes escuadras, sencillas o dobles, o bien armaduras en forma de T, doble T o U, de hierro plano de 30 × 6 a 50 × 9, aplicadas con entalladuras o sin ellas y fijas por tornillos o pernos (figs. 1058 a 1060).

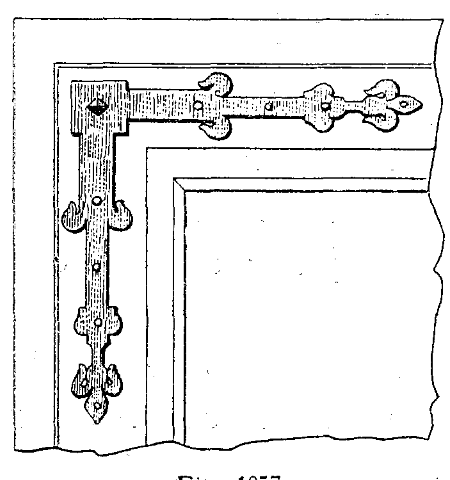


Fig. 1057.

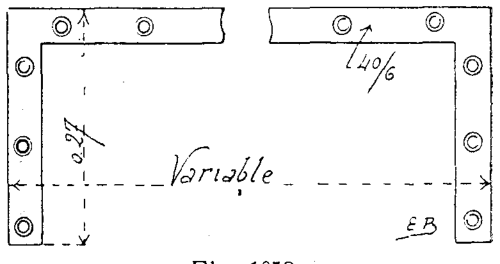


Fig. 1058.

Estos herrajes se obtienen generalmente valiéndose de artículos del comercio fabricados según pedido, o por medio de soldaduras.

Los tirantes en diagonal, decorados o no, fijos al ángulo

superior de una puerta sobre el montante de quicial por una parte, y por otra en el ángulo inferior sobre el batiente central, constituyen un arriostrado excelente en puertas para carros, puertas cocheras, etc.

Las clavijas, pasadores, chavetas, tornillos, estaquillas, cinchos, estribos, bridas, etc., son también herrajes para la consolidación de las uniones y entran en la misma categoría.

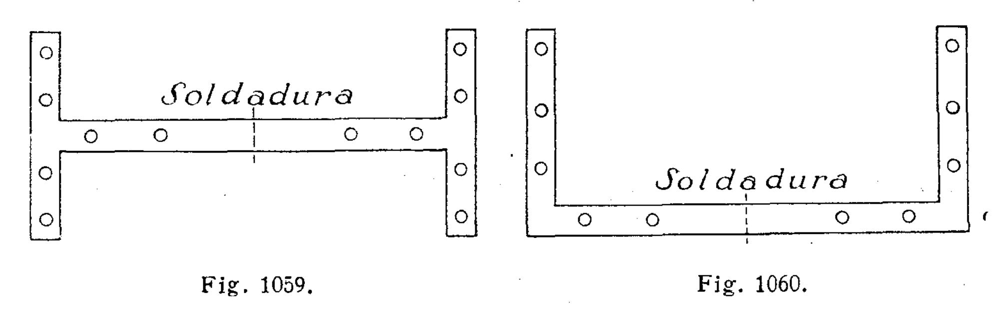


Fig. 1059. Fig. 1060.

Se pueden también incluir entre ellos los clavos de cabeza saliente, por medio de los cuales se consolidaban antes las puertas formadas por lechos de tablas superpuestas; era un buen medio de defensa para las puertas expuestas a ser destruídas a golpes de hacha, pues el filo de esta herramienta resistía mal los choques contra estos clavos.

Herrajes de movilidad

Estos herrajes sirven para asegurar el movimiento, generalmente una rotación, de los paneles de cierre; deben ser suficientemente robustos y bien ajustados para que estos movimientos se efectúen de una manera regular, sin agarres y sin deformación. Los principales son:

Goznes y pernios. — En el gozne se distinguen el pezón que sirve de eje de giro, el cuerpo o nudo, sobre el cual descansa el pezón, ordinariamente soldado formando un ojo, y la barra, que se termina de diferentes modos; se tienen así las variedades siguientes:

El *gozne de empotramiento* que termina en cola de carpa para las obras empotradas en un telar de piedra (figura 1061).

El *gozne de punta* para las obras fijadas sobre un marco de madera (fig. 1062).

El *gozne de patilla* que se fija sobre la madera, de plano o en caja por medio de tornillos o pasadores (fig. 1063).

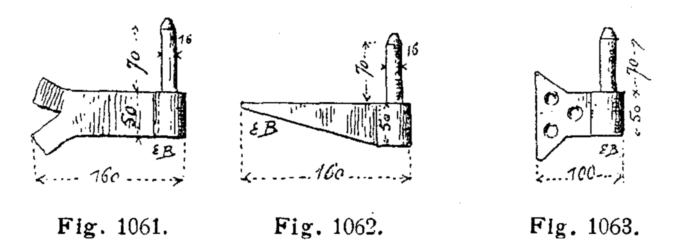
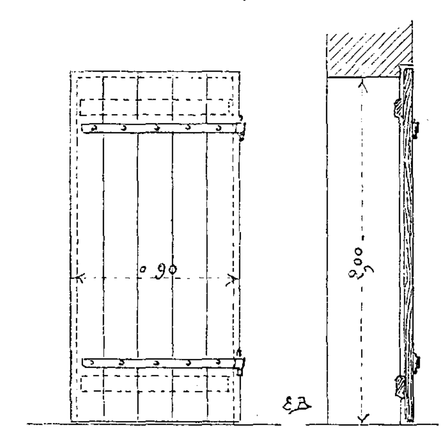


Fig. 1061. Fig. 1062. Fig. 1063.

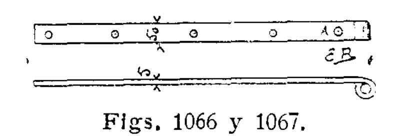
Todos estos goznes pueden ser rectos o acodados.

Los *pernios* son bandas de hierro fijas sobre la puerta por medio de clavos, tornillos o pasadores, y terminan en un ojo que encaja con el pezón del gozne.



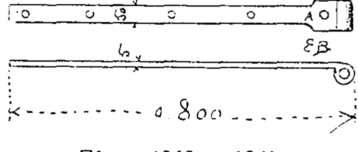
Figs. 1064 y 1065.

Las figuras 1064 y 1065 representan los herrajes de una puerta de sótano con goznes y pernios; las figuras 1066 y 1067 representan un pernio ordinario de hierro plano; las figuras 1068 y 1069 un pernio con ojo ensanchado, forjado y soldado; las figuras 1070 y 1071 un pernio acodado con talón entallado sobre la parte plana de la puerta.

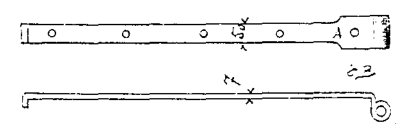


Figs. 1066 y 1067.

Los pernios son susceptibles de mucho desarrollo, y pueden servir, a la vez que para el movimiento, para la consolidación y para



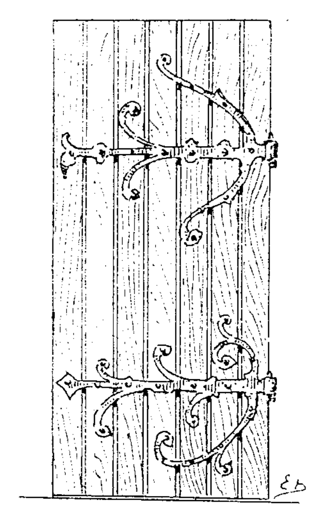
Figs. 1068 y 1069.



Figs. 1070 y 1071.

el decorado de las puertas. Las figuras 1072 y 1073 ofrecen ejemplos de pernios decorativos; se encuentran otros mode-

los en las figuras 868 a 880 (páginas 463 a 467). El arte de la edad media y del renacimiento ha hecho de ellos motivos de ornamenta-



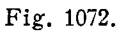


Fig. 1072.

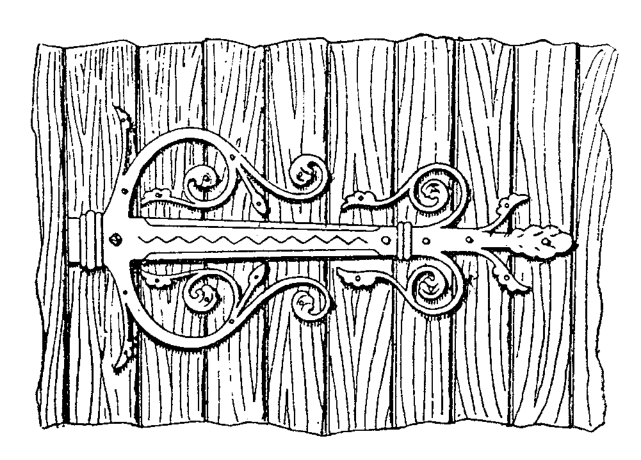


Fig. 1073.

ción sumamente notables; entre los más célebres se citan los pernios de Nôtre Dame de París.

Los pernios de eje se terminan por una parte encorvada, redondeada formando eje que encaja en una rangua o en un collar (figs. 1074 y 1075). Todos los pernios pueden ser rectos o acodados; pueden estar combinados para servir a la vez de pernios y de escuadras de unión.

Figs. 1074 y 1075.

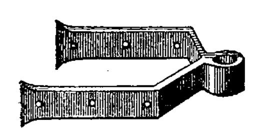


Fig. 1076.

Los *pernios flamencos* abrazan los dos lados de la puerta (fig. 1076).

Pivotes. — Las grandes puertas están sostenidas por un pivote. Para las obras rústicas, cuadras, granjas, etc., el pivote no es más que un estribo sencillo, formado por dos ramas que abrazan el montante de la puerta, terminado en un pezón (figs. 1077 y 1078). En las obras más cuidadosas el pezón va soldado a

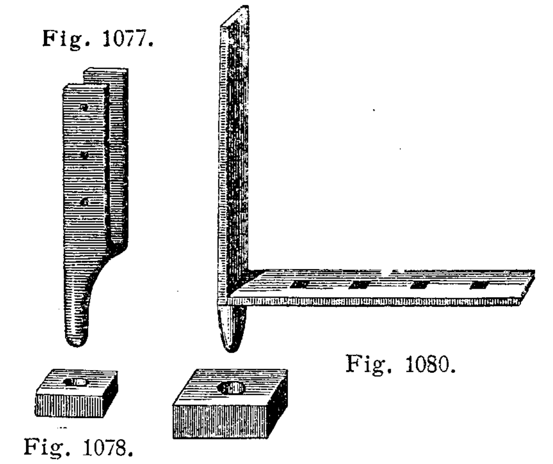
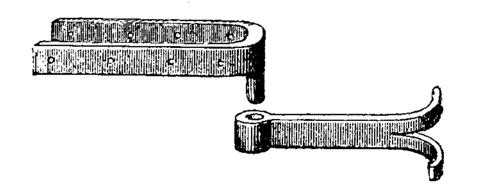


Fig. 1077. Fig. 1078. Fig. 1079. Fig. 1080.

una fuerte escuadra que se presenta de canto y gira sobre una rangua empotrada en la piedra (figuras 1079 y 1080).



Figs. 1081 y 1082.

Para evitar la introducción de gravilla en el alojamiento de la rangua, es preferible soldar el pezón a ésta misma, y que tenga el alojamiento invertido ahuecado en una masa en que termine el estribo o la escuadra, tal como está indicado en las figuras 668 a 674 de la página 396; en el fondo de este agujero se introduce una arandela de acero duro para disminuir el desgaste.

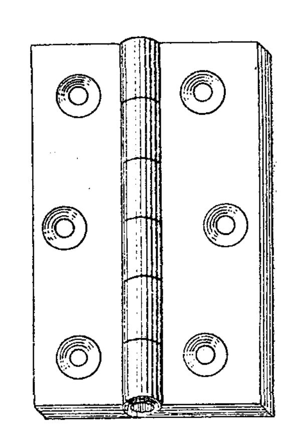
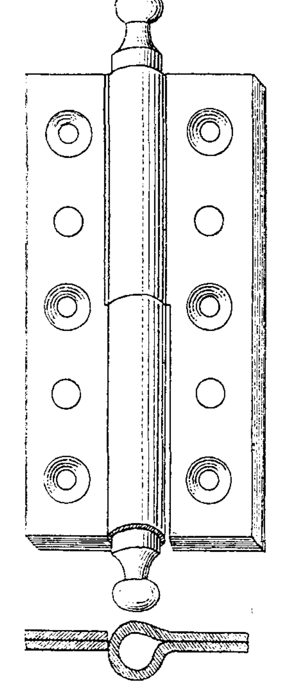


Fig. 1083.

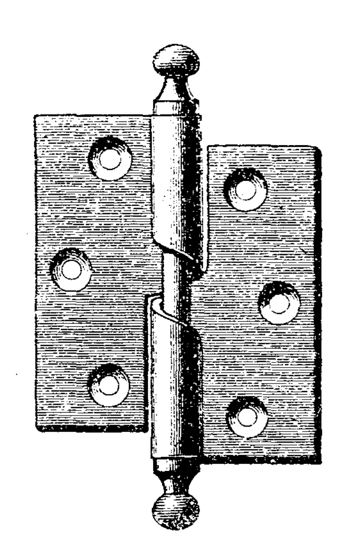
El *espigón superior* es el herraje de la parte alta de una gran puerta; está formado por un casquillo o collar de hierro, empotrado en la pilastra, en el cual entra un gozne de dos ramas fijo a la parte alta del montante (figs. 1081 y 1082). Los collares de las figuras 675 a 682 de la página 397 pueden ser asimilados a espigones.



Figs. 1084 y 1085.

Bisagras.—La bisagra empleada para las obras ligeras se compone de dos hojas de metal replegadas cada una sobre la otra y de una barra metálica llamada espiga. Las dos hojas así replegadas se llaman las alas; el sitio en que se reúnen penetrándose se llama el nudo. Para hacer este nudo se practican unas entalladuras en el lomo de las alas ya plegadas, dejando entre estas entalladuras unas partes salientes que reciben el nombre de dientes; el número de estos dientes es indeterminado, pero el menor de ellos es de dos en un ala y uno en la otra. Las entalladuras de los dientes de un ala deben ser

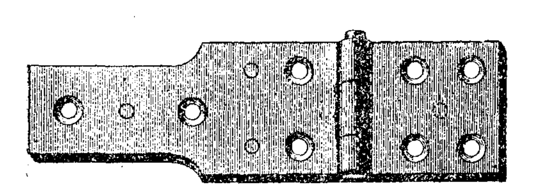
exactamente de la misma longitud que los dientes de la otra, y estando todo así dispuesto se hacen entrar los macizos en los huecos, y se introduce la espiga en el tubo formado por el lomo; después se remacha en cada extremo (fig. 1083).


Fig. 1086.

Las extremidades de la espiga pueden quedar salientes y estar torneadas en forma de bola, de vaso o de un remate cualquiera.

Las bisagras se hacen de palastro, de latón o de cobre fundido; se miden desplegadas y se designan por la altura y el ancho total expresados en milímetros. En el comercio se encuentran de palastro desde 25×18 hasta 160×80 y de cobre desde 15×10 hasta 110 × 110.

Las bisagras para obras de carpintería se colocan de plano o con preferencia cajeadas, en ranuras y empotradas, y van fijadas por tornillos de cabeza fresada, cuyo número varía según la longitud. Para colocar bien una bisagra es preciso hacer su caja de manera que el vértice del ángulo de las alas se encuentre en el eje de la espiga.


Fig. 1087.

Las bisagras de palastro no convienen para las puertas o ventanas que se abren y cierran frecuentemente, porque el rozamiento se efectúa en condiciones defectuosas, produciéndose necesariamente agarres desagradables. Hoy se emplean mucho más ventajosamente los goznes.

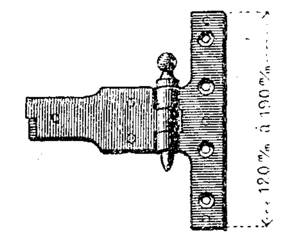


Fig. 1088.

Las *bisagras de desgoznar* son de chapa reforzada con un grueso nudo, láminas remachadas, dos bolas torneadas (figs. 1084 y 1085); pueden también llevar un anillo de cobre.

Las *bisagras de hélice* (fig. 1086) se emplean para obtener automáticamente el cierre o la apertura de una puerta, como las de los retretes en los talleres, por ejemplo.

Las *bisagras para soldadura* (fig. 1087) se hacen de hierro de 25 a 70 mm. de anchura, láminas remachadas, taladradas, y pueden alargarse una o las dos ramas por la soldadura de una tira de hierro que viene a formar pernio. La lámina atornillada sobre el marco de madera puede ser larga y el nudo ensanchado, como indica la figura 1088.

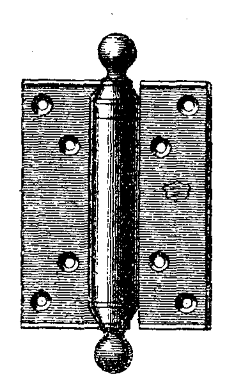


Fig. 1089.

Las *bisagras de muelles* o *bisagras Bommer,* del nombre de la casa americana que las ha creado, permiten el cierre automático de las puertas por medio de un resorte en hélice alojado en el nudo. Se hacen de simple acción (fig. 1089) para las puertas que baten en un solo sentido, y de doble acción (fig. 1090) para las que baten en los dos sentidos.

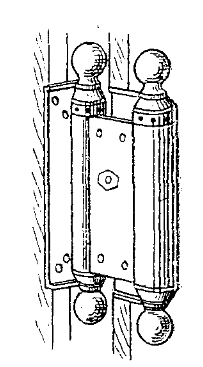


Fig. 1090.

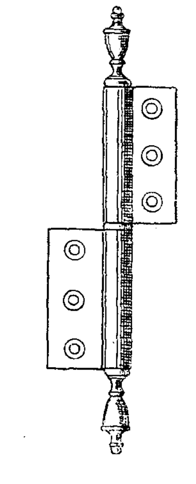
Esta bisagra se tensa por medio de una llave especial, y cuando se le ha dado la fuerza deseada se fija el resorte por medio de un pasador introducido en los orificios de regulación.

Según las dimensiones y el peso de las puertas, la longitud de las láminas de las bisagras debe ser:

Ancho de la puerta		600 mm.,	espesor	20 a 25 mm.,	láminas de	75 mm.
»	»	650	»	21 a 30	»	100
»	»	700	»	25 a 35	»	125
»	»	750	»	25 a 40	»	150
»	»	800	»	33 a 50	»	175
»	»	900	»	39 a 55	»	200
»	»	1000	»	40 a 60	»	250
»	»	1200	»	54 a 80	»	300

Las *clavijas* son bisagras, generalmente de dos brazos semejantes (fig. 1091), reunidos por una espiga, cuyos extremos están a menudo decorados; se hacen de palastro o de

cobre, y se colocan por entalladuras en los encajes (fig. 1092) o con láminas cajeadas en ranuras practicadas en el espesor de la madera y fijas con espigas de hierro (fig. 1093) si la hoja que abre es de contratelar.


Fig. 1091.

Gozne-bisagra. — El gozne es un sistema de pernio que se emplea paral as ventanas y puertas ordinarias con marco de madera; tiene una anchura bastante pequeña para poderse alojar en el espesor de los marcos y bastante altura para dar la garantía de solidez necesaria.

Los goznes pueden ser de construcción ordinaria o reforzados, que tienen un peso superior en 50 °/₀ al de los ordinarios.

La figura 1094 representa un gozne doble reforzado con anillo de cobre para el desgaste y para que el rozamiento sea más suave.

Los goznes tienen una mano, es decir, que son de derecha o de izquierda; se designan por sus dimensiones en cuanto

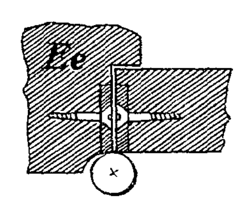
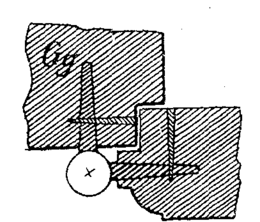
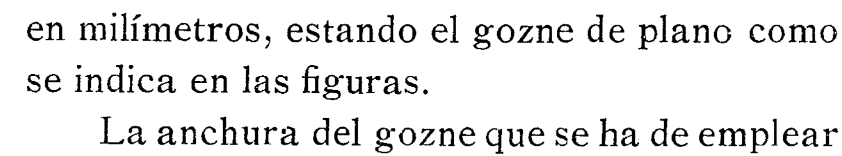
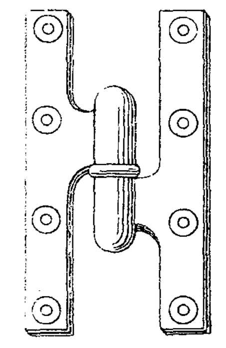


Fig. 1092.


Fig. 1093.

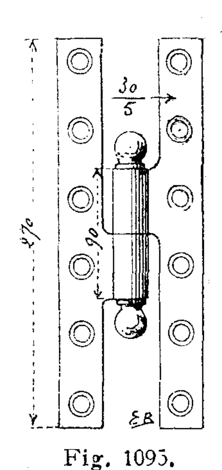


a la altura de las ramas y a su anchura máxima, expresadas en milímetros, estando el gozne de plano como se indica en las figuras.


Fig. 1094.

La anchura del gozne que se ha de emplear depende evidentemente del espesor de la madera sobre la cual se ha de fijar. Las dimensiones comerciales varían desde 80 × 40 hasta 250 × 90, y llegan hasta 300 × 100 para las puertas cocheras (fig. 1095); las alturas de los goznes para los trabajos ordinarios son de 110 ó de 140 mm. para las ventanas, y de 140 ó de 160 mm. para las puertas.

Para las puertas pesadas se emplea el gozne de bola y en baño de aceite (fig. 1096); la bola móvil *A* de acero templado va colocada en el fondo del nudo; el pasador *C* que se mueve sobre ella lleva una ranura en hélice en toda su longitud para retener el aceite y evitar el rechinamiento. El rodamiento del gozne sobre la bola suprime el desgaste del anillo de cobre *V* y, por consiguiente, impide que la puerta se caiga de escuadra y apoye sobre la solería.


Fig. 1095.

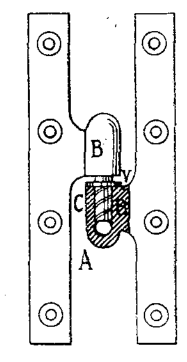


Fig. 1096.

Los goznes se fijan generalmente entallando la madera en el encaje; una lámina sobre el montante fijo y la otra sobre el montante de la hoja que abre *Cc* (fig. 1097).

Si la hoja que abre es de contratelar, como está indicado en *Dd* (fig. 1098), se emplean goznes especiales de ramas más largas y acodadas.

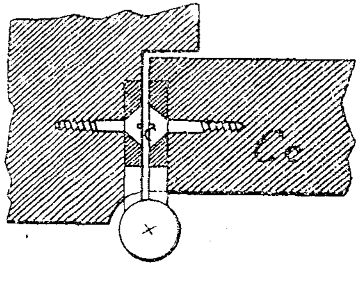


Fig. 1097.

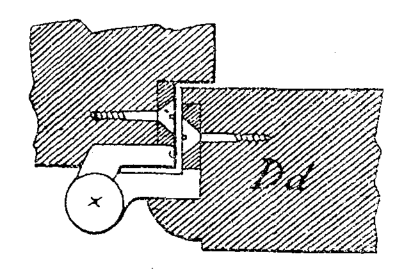


Fig. 1098.

Los goznes pueden recibir las siguientes denominaciones derivadas de su modo de fabricación:

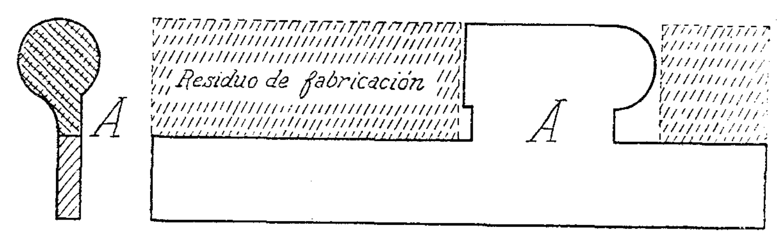


Fig. 1099. Fig. 1100.

Gozne laminado, que está recortado de un perfil macizo de acero suave, cuya sección está indicada en *A* (figs. 1099

y 1100); este gozne es resistente, pero el residuo de fabricación es de tal importancia que necesariamente se ha de dejar sentir en el precio de venta.

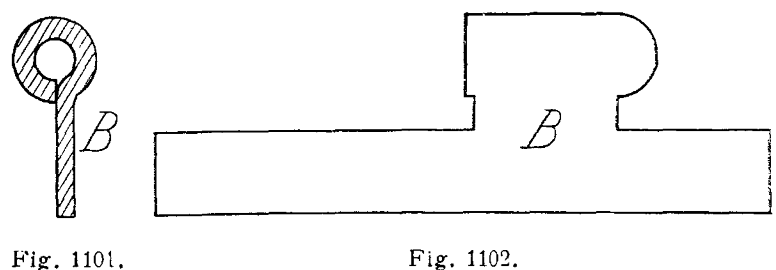


Fig. 1101. Fig. 1102.

Gozne de chapa arrollada, cuyo perfil en la parte del giro se obtiene arrollando una chapa de acero suave como

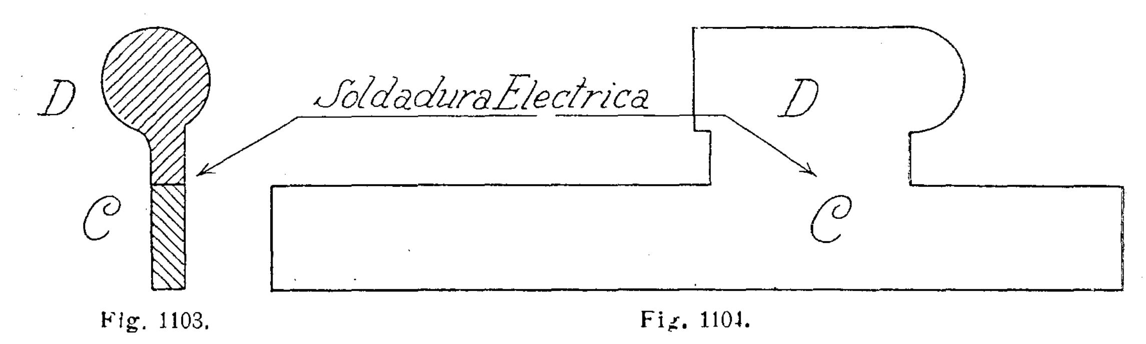
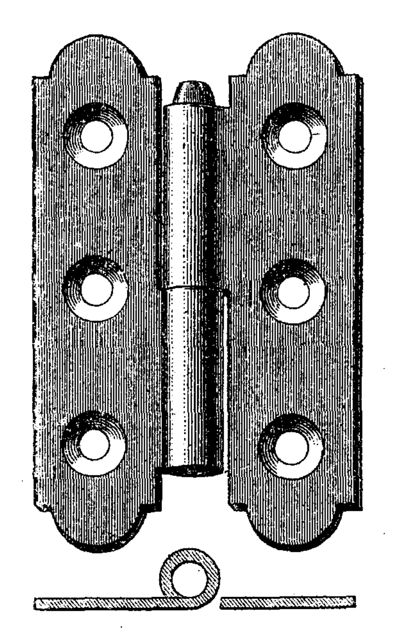


Fig. 1103. Fig. 1104.

indica el perfil *B* (figs. 1101 y 1102); la necesidad de efectuar un plegado sobre un eje de pequeño diámetro obliga a no emplear más que chapas delgadas de acero muy suave, lo que da en definitiva un producto menos resistente que el anterior.



Figs. 1105 y 1105.

Gozne de soldadura eléctrica, gozne eléctrico (fig. 1104), obtenido por la unión de la rama *C* al perfil macizo *D* que ha de formar el gozne por medio de la soldadura autógena eléctrica que da, sin ningún residuo, un producto de resistencia homogénea y de calidad por lo menos equivalente a la del gozne laminado. Este gozne eléctrico se fabrica en Francia por un taller que dispone de un potente salto de agua.

Gozne español, representado en las figuras 1105 y 1106; es un gozne de nudo arrollado.

Los goznes se fabrican también de cobre, bien sea con extremos redondeados, como los goznes ordinarios de acero, bien sea con nudo en bellota (fig. 1107), pero esta última clase únicamente es empleada para las puertas ligeras de muebles.

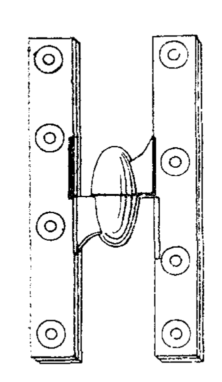


Fig. 1107.

Como la oxidación altera el buen funcionamiento de los goznes, es éste un gran inconveniente que se trata de combatir por diferentes medios: el gozne galvanizado se emplea en los sitios húmedos y en las orillas del mar, en neveras, sótanos, etc. Su empleo es recomendable para los inmuebles habitados solamente una escasa parte del año y situados en las playas. El gozne niquelado se emplea para los trabajos más finos de ebanistería. Parece que para estos objetos que tienen un peso relativamente pequeño, se obtendrían económicamente buenos resultados por la aplicación de los procedimientos Parker.

Herrajes de cierre

Esta categoría de herrajes comprende los órganos creados para mantener cerrada una puerta o una ventana.

El *cerrojo* es el más sencillo y probablemente el más antiguo de todos los cierres.

El cerrojo campestre (figs. 1108 y 1109) es una simple barra de hierro redondo que se desliza entre dos armellas, y es manejada por una cola o empuñadura remachada o soldada a aquélla; puede adaptársele un candado que entra en el ojo de otra armella fija, por debajo, a la puerta. Este cerrojo sencillo puede ser forjado y decorarse de diversas

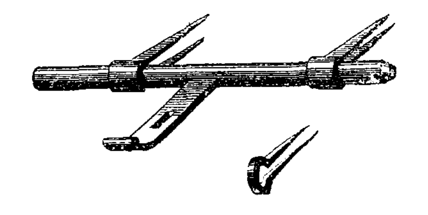


Fig. 1108. Fig. 1109.

maneras; la figura 1006, página 502, ofrece un ejemplo de ello.

Se puede fabricar también esta empuñadura de manera que se fije con una cerradura; en este caso lleva aquélla una grapa o armella por debajo, como para la cerradura de un baúl.

Los cerrojos horizontales afectan formas y disposiciones muy diversas: existe el cerrojo plano de botón o con cola armellada; el cerrojo interior de gancho, con muelle, que impide hacer deslizar el cerrojo desde el exterior a través de las hendiduras de la puerta; el pasador, que se compone de una armella o cerradero, una platina, dos grapillas que hacen las veces de guías y del pasador propiamente dicho con su botón; estos pasadores pueden estar trabajados como se indica en las figuras 1007 y 1008, página 502.

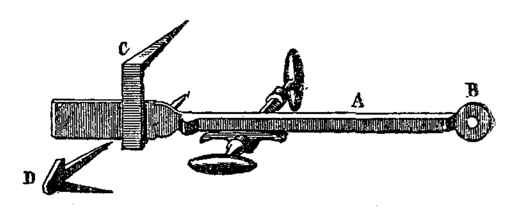
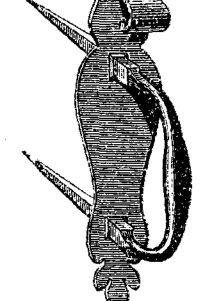
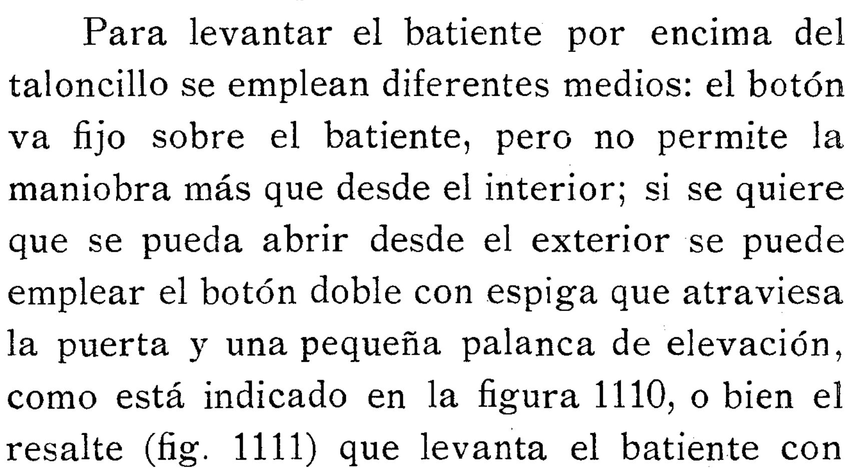


Fig. 1110.

El *pestillo* ordinario (fig. 1110) se compone de un batiente o espiga *A* que gira alrededor del eje *B*, de una grapa *C* que limita el curso de la cabeza del batiente, y de un taloncillo *D* o tope del batiente.


Fig. 1111.



Para levantar el batiente por encima del taloncillo se emplean diferentes medios: el botón va fijo sobre el batiente, pero no permite la maniobra más que desde el interior; si se quiere que se pueda abrir desde el exterior se puede emplear el botón doble con espiga que atraviesa la puerta y una pequeña palanca de elevación, como está indicado en la figura 1110, o bien el resalte (fig. 1111) que levanta el batiente con una pequeña palanca movida desde el exterior valiéndose del dedo pulgar, y que generalmente va combinado con una empuñadura, montándose todo el conjunto sobre una platina más o menos decorada; las figuras 1009 a 1012, página 503,

indican diversas formas de pestillos labrados. Citaremos, además, el *pestillo de vieja,* que se abre desde el exterior con una llave, cuyas guardas, al girar, levantan el batiente; el *pestillo de cordón,* que se abre con una llave que no gira, pero que levanta el batiente.

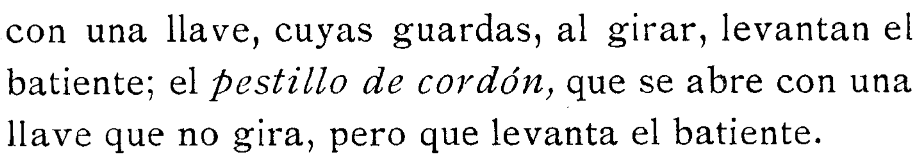


Fig. 1112.

El *pico de pato,* que examinaremos con más detalles en el párrafo destinado a las cerraduras, entra en la categoría de los cierres; el vástago va cortado en chaflán de manera que la puerta se fija por sí misma, tirando de ella o empujándola, pues aquél está continuamente impelido por un muelle; el pico de pato propiamente dicho no tiene llave; se abre con un botón o con una muletilla.

Los *cerrojos verticales* sirven de ordinario para fijar por arriba y por abajo la hoja durmiente de un hueco de dos hojas. El principio de su construcción es el mismo que para los cerrojos horizontales ordinarios (fig. 1112); el botón, las correderas y la caja pueden ser de cobre cincelado, con un decorado apropiado al estilo del conjunto (figura 1113), o bien de hierro forjado, como está indicado en las figuras 1002 a 1005 de la página 501.

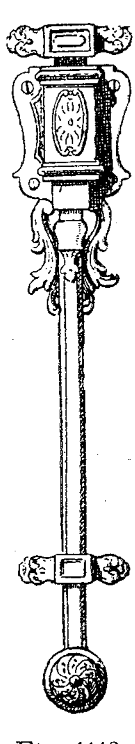
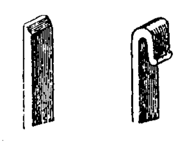


Fig. 1113.

Los huecos antiguos iban provistos de un montante fijo o crucero y de un travesaño; el hueco quedaba así dividido en cuatro partes; las dos partes inferiores eran las únicas que iban provistas de hojas movibles; los huecos pequeños se cerraban con pestillos, y los grandes con cerrojos verticales bastante largos para quedar al alcance de la mano a pesar de la altura del hueco.



Figs. 1114 y 1115.

La extremidad del vástago debe estar achaflanada (fig. 1114) para tener en cuenta el juego de las maderas; los cerrojos de arriba pueden ser de gancho (figura 1115) para cerrarlos tirando de ellos, lo cual es más cómodo y evita que el cerrojo pueda abrirse por sacudidas.

Como el cerrojo ordinario no tiene nada de estético, se emplea mucho hoy día el cerrojo entallado, que se aloja en el grueso de la madera, en el telar de la hoja durmiente.

Los huecos modernos son de recubrimiento o de nuez; en este último sistema basta cerrar una de las hojas para que la otra se encuentre sujeta al mismo tiempo, y se ha tratado de

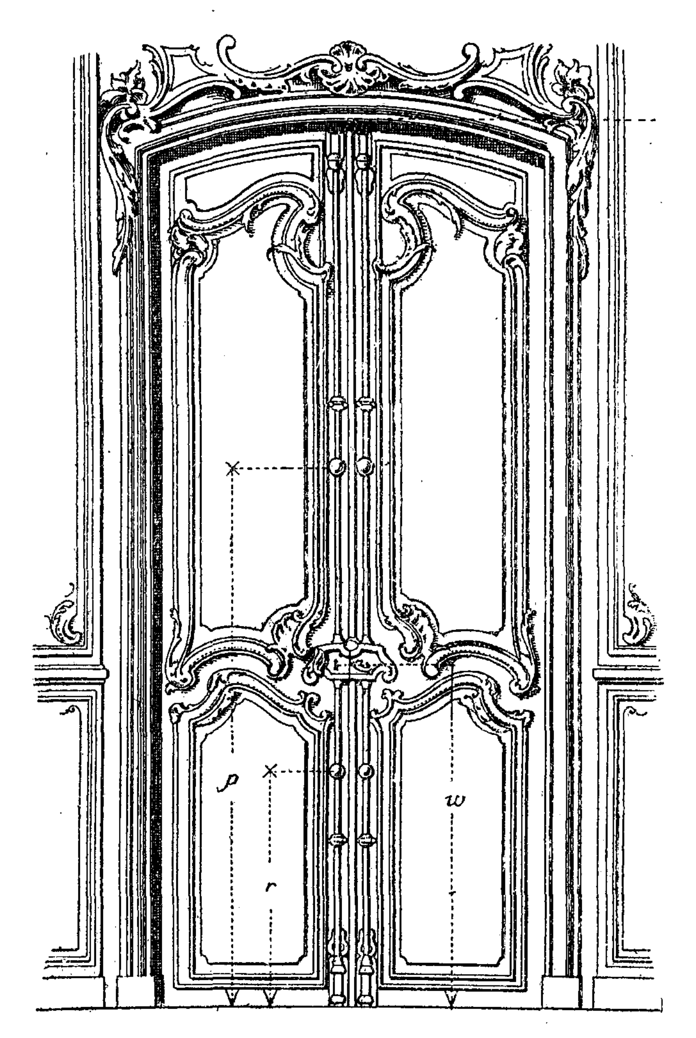


Fig. 1116.

perfeccionar su cierre con una sola maniobra en lugar de las dos que exigen los cerrojos verticales, el de arriba y el de abajo; esto puede obtenerse con un solo cerrojo de gancho que tenga toda la altura del hueco; pero, para una abertura de grandes dimensiones, el artefacto resulta pesado e incómodo; las cremonas y las fallebas ofrecen mejor solución.

Para las puertas de dos hojas existe otra solución de cerrojos aparentes, cuyas varillas se prolongan en toda la

altura de los montantes de la puerta, atraviesan la mortaja de la cerradura y hasta la misma caja de ésta cuando por razones de simetría se desea que sean dobles (fig. 1116). Esta disposición, muy decorativa, se encuentra frecuentemente en las habitaciones del siglo XVIII.

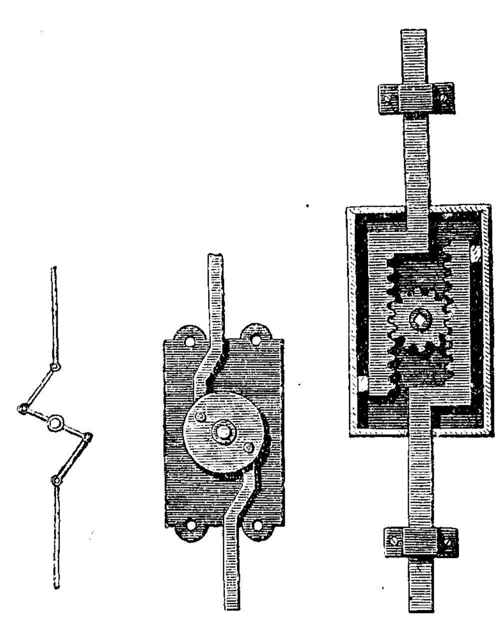


Fig. 1117. Fig. 1118. Fig. 1119.

Las *cremonas* están formadas por dos cerrojos que se maniobran juntamente con una sola empuñadura, gracias a un mecanismo muy sencillo.

Todos los mecanismos propios para transformar el movimiento circular alternativo en movimiento rectilíneo alternativo son aplicables a la construcción de las cremonas. Las figuras 1117, 1118 y 1119 representan cremonas de báscula y de engranajes, que apenas son empleadas más que para los huecos de dimensiones muy grandes.

La figura 1120 representa el sistema más generalmente empleado para los huecos de dimensiones ordinarias; se distinguen en ella la caja con su pomo de maniobra, las varillas con pequeñas bielas que un disco movido por el pomo anima de un movimiento alternativo, el refuerzo y la mortaja inferior; la guarnición se completa por un capitel y una mortaja superior, así como por guías o tubos (figura 1121). La altura *y* del pomo debe estar determinada para que su distancia al piso esté comprendida entre 1,00 y 1,15 m. aproximadamente.

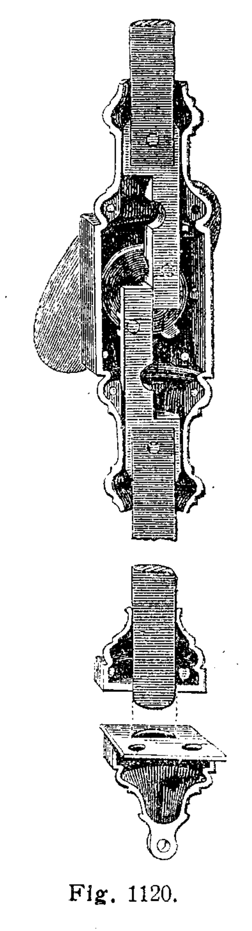


Fig. 1120.

La caja y las guarniciones de las cremonas ordinarias

son muy frecuentemente de fundición, pero se construyen también de acero estampado; en las cremonas de lujo son de cobre fundido y cincelado. Las varillas son de hierro media caña de 14, 16, 18 ó 20 mm. (18 mm. es la dimensión más corriente); en las cremonas de primera calidad este hierro es completamente semicircular (14 × 7), (16×8), (18 × × 9), (20 × 10); en las de calidad inferior el hierro es aplanado (14 × 6 ó 5), (16 × 6), etc.

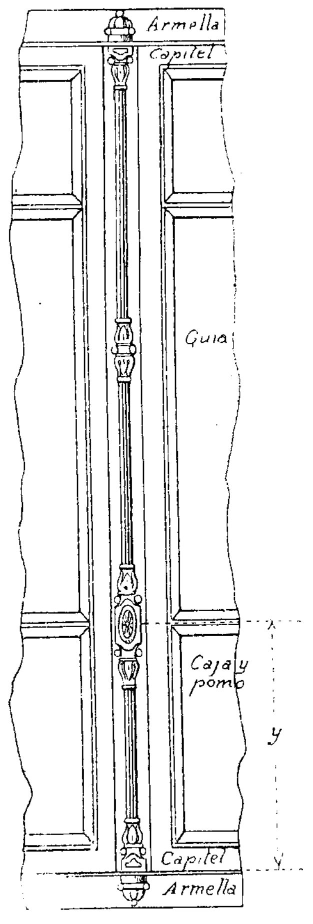
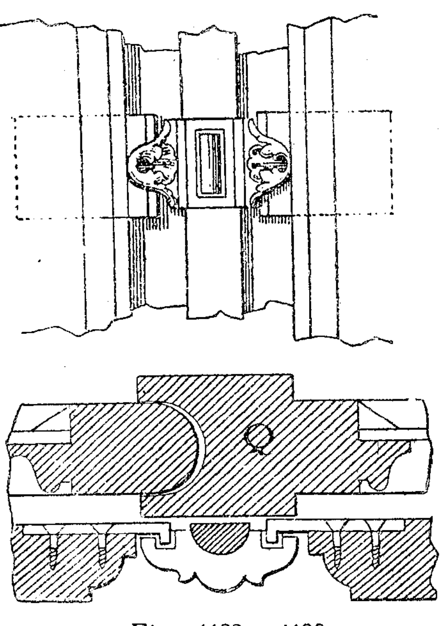


Fig. 1121.

Las cremonas de verjas o puertas cocheras, mucho más robustas que las cremonas para ventanas, se construyen de hierro redondo de 20 a 30 mm. de diámetro.

El botón o pomo de la cremona puede ser reemplazado por una empuñadura o muletilla. Cuando una puerta de balcón deba servir como una puerta interior para entrar y salir, y se la quiera cerrar con una cremona, ésta puede estar montada con un pomo doble que se maniobra desde el interior y desde el exterior; el pomo doble puede también aplicarse a un ventanillo de taquilla. Cuando la disposición de las hojas no permita el empleo del pomo doble se puede combinar la cremona con un pico de pato introducido en una mortaja en el grueso de la puerta y movido desde el exterior por una muletilla. Finalmente, el pomo puede estar reemplazado por un eje terminado en cuadradillo o en triángulo, y la cremona se ma-


Figs. 1122 y 1123.

neja con una llave cuya forma cuadrada o triangular encaja en el eje de la cremona; también puede ser reemplazado por una llave con paletón de forma ordinaria que hace girar el disco de la cremona.

La cremona, al mismo tiempo que asegura el cierre de la ventana, puede servir para mantener fijos los postigos interiores; a este fin, unos paletones fijos a la barra de la cremona, al ser arrastrados por el movimiento vertical durante el cierre, vienen a cubrir y a fijar unos contrapaletones atornillados a los postigos (figs. 1122 y 1123).

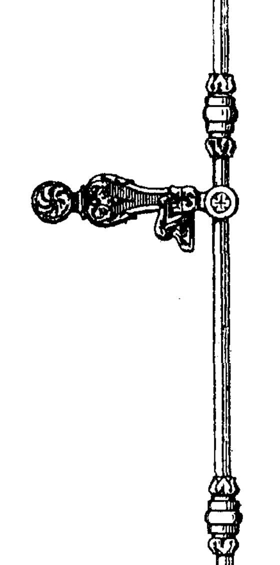


Fig. 1124.

Fallebas. Este sistema de cierre consiste en una varilla de hierro redondo que lleva unos ganchos en sus extremidades (fig. 1124); una empuñadura móvil fija a esta varilla la hace girar en unos collares atornillados sobre la hoja que se ha de abrir de la ventana, y al mismo tiempo saca o introduce los ganchos en unas mortajas abiertas en el cabecero y en la peana del marco. Este movimiento de rotación de derecha a izquierda, e inversamente, cierra o abre las hojas de la ventana.

Este sistema de cierre es el que se empleaba casi exclusivamente en los siglos XVII y XVIII. La figura 1125 representa los diferentes elementos de una falleba: se distinguen en ella la varilla *A*, los ganchos de las extremidades *B*, las mortajas *C* fijas al marco, los collares con pitones de rosca *D* que fijan la falleba sobre el durmiente del ventanillo, la empuñadura de maniobra *E*, los

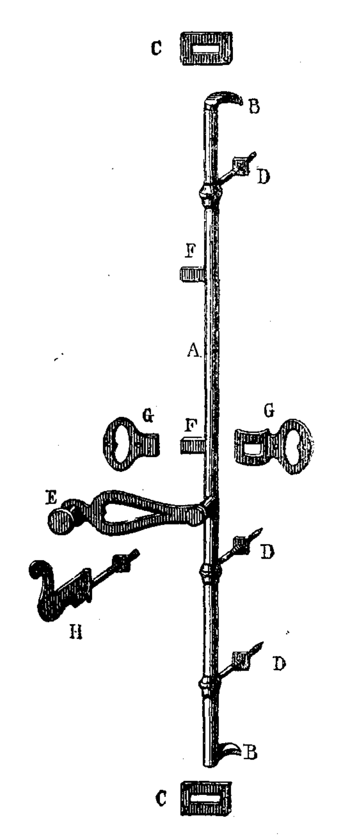


Fig. 1125.

paletones *F* que sirven para mantener cerrados los postigos interiores, las grapas y contragrapas *G* y *G'* cogidas y mantenidas por los paletones *F* cuando los postigos están cerrados, y el gancho de descanso *H* que va fijo al batiente de nuez.

La figura 1126 representa una puerta de balcón cerrada con una falleba de empuñadura horizontal; se puede también

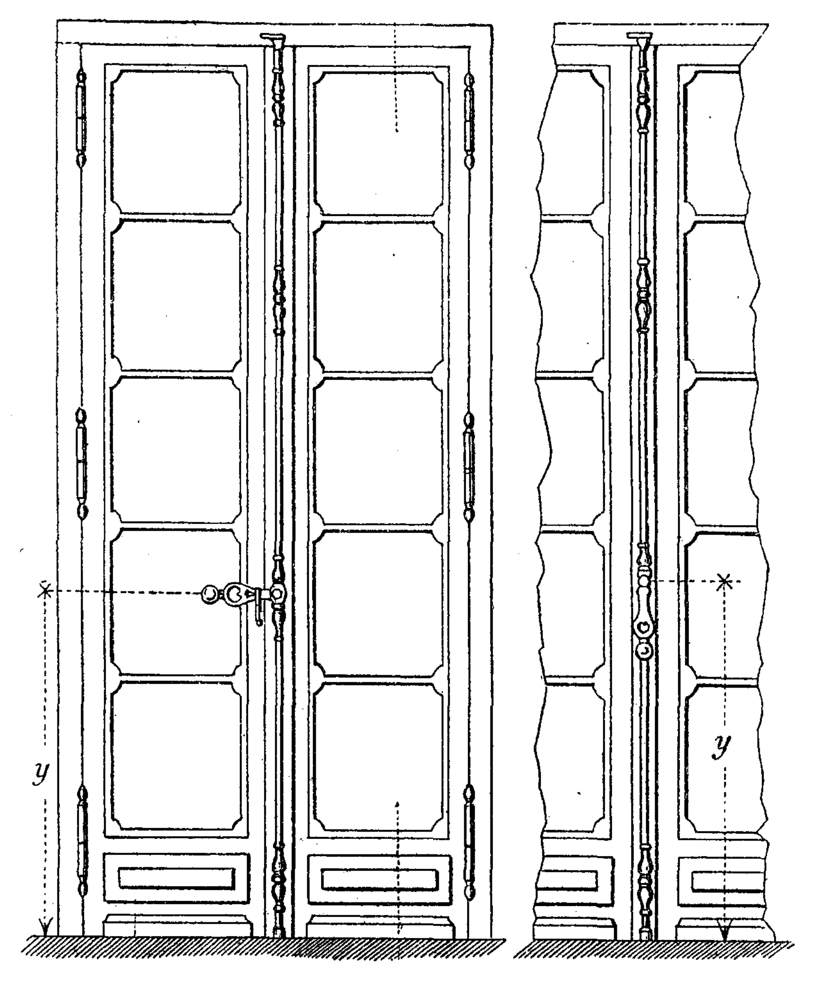


Fig. 1126. Fig. 1127.

suprimir el gancho de reposo y dejar caer la empuñadura verticalmente, como se indica en la figura 1127, lo que ocupa menos espacio y es más elegante. La altura *y* desde el suelo a la empuñadura puede variar desde 1 metro a 1,15 m.

La figura 1128 representa una ventana con postigos interiores cerrados por la falleba. Las figuras 1129 y 1130 representan en planta y elevación la disposición de los paletones soldados o atornillados sobre la varilla y el modo de fijación

de los postigos por medio de grapas y contragrapas atorni-

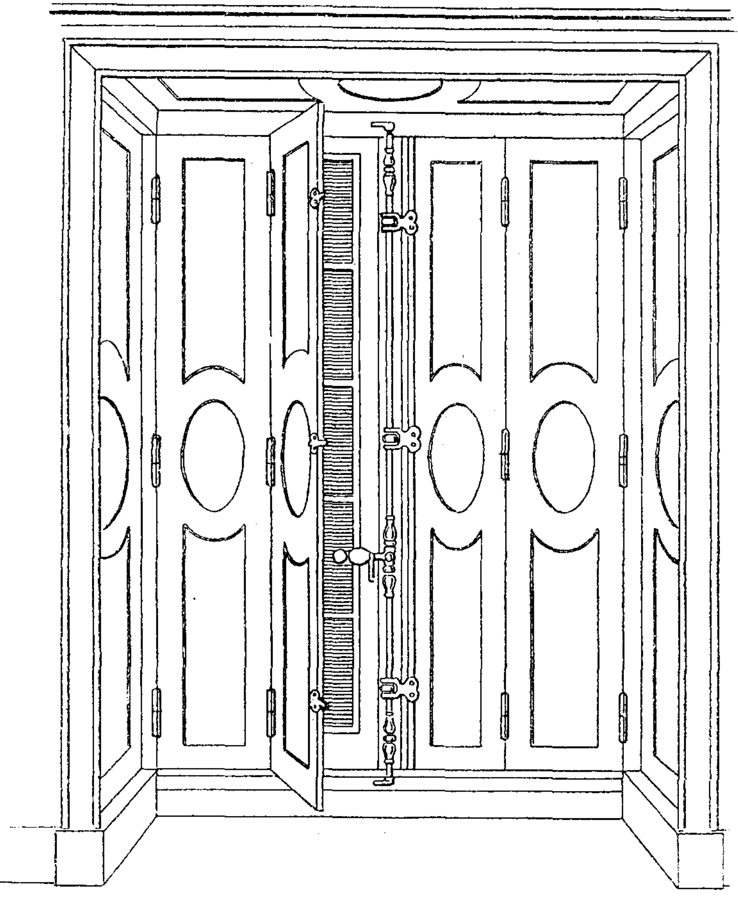
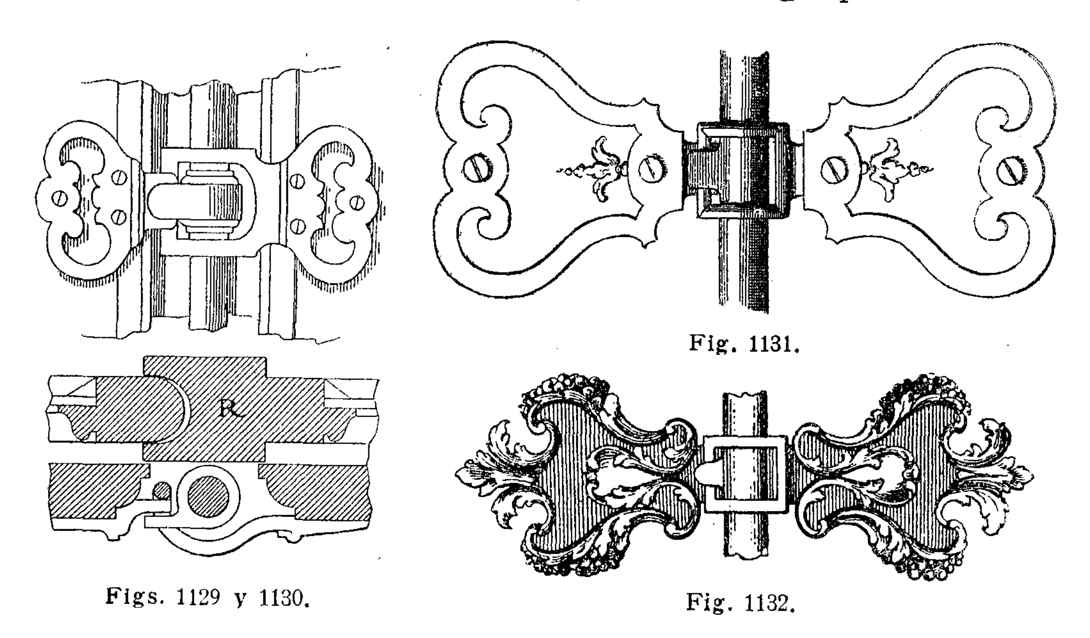


Fig. 1128.

lladas sobre los mismos postigos. Estas grapas afectan a



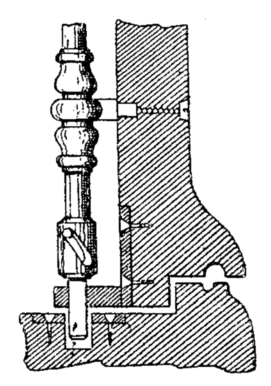
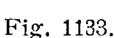
Figs. 1129 y 1130.

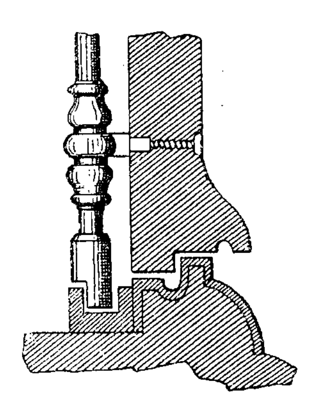
Fig. 1131.

Fig. 1132.

menudo formas decorativas, como indican, por ejemplo, las figuras 1131 y 1132.

Cuando se emplea una falleba para cerrar una puerta de balcón y no existe peana de hierro o de madera susceptible de recibir una mortaja, la varilla de abajo de la falleba lleva un cerrojo que a consecuencia del movimiento de rotación de la varilla entra en una mortaja colocada directamente



Fig. 1133.


Fig. 1134.

sobre el piso; la falleba, se dice entonces que está montada en hélice (fig. 1133).

Si existe, sea arriba o abajo, una traviesa de hierro o demasiado estrecha para permitir el empleo de la mortaja encajada, ésta es reemplazada por una mortaja especial, y el gancho montado sobre la varilla es también reemplazado por otro gancho especial sin lámina; la falleba se llama entonces montada en pipa (fig. 1134).

Cerraduras

Los sentimientos de conservación y de propiedad son innatos en el hombre, y cuando hubo cerrado una puerta por un simple pestillo de madera, de hierro o de bronce, tuvo la idea de condenar este pestillo por un medio que él solo conociese.

Las cerraduras han sido, pues, conocidas desde la más remota antigüedad. Los modelos que existen en nuestros museos prueban que el arte del cerrajero estaba ya muy ade-

lantado entre los antiguos; muchos pueblos, los egipcios, por ejemplo, llegaron hasta conocer ciertos artificios que los modernos no han imaginado hasta muy recientemente.

Una cerradura se compone de tres partes principales: la *cerradura* propiamente dicha, que se fija sobre la parte móvil de una puerta, un cajón, un cofre, etc.; la *mortaja* o *cerradero,* pequeña caja de hierro atornillada o empotrada en el montante fijo de la puerta, en la cual entra el cerrojo de la cerradura, y la *llave,* que sirve para abrir ésta.

La cerradura se compone de una caja metálica llamada *cofre,* o también *caja,* en cuyo fondo, llamado *palastro,* van fijos los órganos del mecanismo de la cerradura; las tres caras laterales continuas de esta caja se llaman *tabiques*; la cuarta cara, que contiene las aberturas del cerrojo o de los cerrojos, se llama *cabecera.* La cubierta de la caja se llama *fondillo,* y lleva una pieza de cobre llamada *boca* que sirve para guiar la llave; debajo de la boca va el *ojo* de la cerradura para la entrada de la llave.

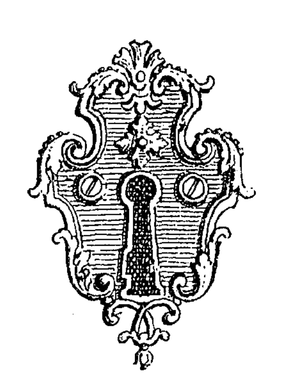


Fig. 1135.

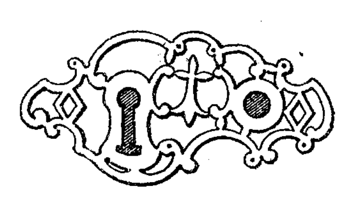


Fig. 1136.

La boca debe rebasar ligeramente de la madera de la puerta, y para proteger esta madera el ojo de la cerradura va recubierto con una plaquita o *escudo* que a menudo es de cobre o de hierro, pero a veces también está recortado artísticamente (figuras 1135 y 1136; véanse también las figuras 1031 a 1036 de la página 507).

En la caja de la cerradura se encuentra el *cerrojo,* que es la pieza destinada a condenar la cerradura, y se compone de:

Cabeza del cerrojo, que es la parte reforzada de éste, pasa por la cabecera, y cuando se efectúa el cierre viene a alojarse en la mortaja. La cabeza del cerrojo puede estar constituída por un hierro plano remachado a la cola del

cerrojo, o bien por una serie de placas o chapas remachadas juntas hasta formar el espesor de la cabeza del cerrojo.

La *cola del cerrojo* es la parte adelgazada de éste que queda alojada en la cerradura y comprende:

1.° Las *barbas,* parte de la cola del cerrojo recortada según un perfil trazado rigurosamente y en las cuales encajan las guardas o paletón de la llave para hacer avanzar o retroceder el cerrojo. La cola del cerrojo va provista de una o dos barbas, según que la llave sea de una o de dos vueltas.

2.° La *corredera,* que concurre juntamente con la cabecera a guiar el cerrojo. Está atravesada por el *pie de corredera,* que es utilizado generalmente como centro de oscilación de las guarniciones móviles cuando éstas existen en la cerradura.

3.° El *taloncillo,* en las cerraduras de seguridad con guarniciones, que es un pie cuadrado o rectangular de una altura ligeramente superior a la del reverso de las guarniciones, y va sólidamente remachado a la cola del cerrojo. Este pie atraviesa la parte posterior de las guarniciones que se oponen así al movimiento del cerrojo mientras no sean movidas por otra llave, es decir, que será preciso que esta otra llave levante cada una de las guarniciones en la cantidad necesaria para colocar su paso a la altura del taloncillo.

El cerrojo es movido, sea directamente por el paletón de la llave, sea por mediación de una *pieza giratoria* provista de una boca en la que encaja la llave.

El cerrojo tiene, generalmente, una sección rectangular, pero ciertas cerraduras se hacen con cerrojos de sección circular.

La *llave* se compone del *anillo,* del *vástago* y del *paletón.* Entre el anillo y el vástago, lleva a veces la llave una parte ensanchada, seguida de uno o varios filetes, llamada refuerzo.

En ciertas llaves el refuerzo no existe más que con un fin

decorativo; en otras, por el contrario, sirve para limitar la entrada de la llave en la cerradura.

El paletón es la parte de la llave que obra sobre el cerrojo y sobre la seguridad de la cerradura.

En general, se distinguen dos clases de llaves: la de vástago hueco y la de vástago macizo.

La llave de vástago hueco está destinada a cerraduras provistas de una espiga, y en este caso, ésta basta para guiar la llave.

Cuando una llave de vástago hueco debe abrir a los dos lados, es necesario que las entradas no coincidan, y en este caso, según que obre por un lado o por otro, la llave ataca las guarniciones y el cerrojo en dos puntos diferentes.

La llave de vástago macizo está destinada a cerraduras que abren desde los dos lados, y cuyas entradas se corresponden; el vástago macizo se prolonga entonces un poco más allá del paletón, de manera que pueda encajar y girar en la entrada opuesta.

Si la llave de vástago macizo no debe abrir más que desde un solo lado, se remacha sobre el palastro de la cerradura una pieza llamada *contera,* en la que encaja y se apoya para girar el extremo del vástago de la llave.

Las cerraduras pueden clasificarse en ordinarias y de seguridad.

Las cerraduras ordinarias son aquellas cuya seguridad reside en la forma especial de la llave. Se distinguen:

La *cerradura de cifra,* en la cual la llave está recortada según un perfil especial (inicial o cifra, derecha o invertida), y el ojo de la cerradura está calado según el mismo perfil. Estas cerraduras, muy antiguas, ofrecen poca garantía, pues basta un golpe de lima en el ojo que permita la introducción de un gancho cualquiera que abrirá también la cerradura; estas cerraduras se reservan, generalmente, para puertas interiores, a pesar de que sin dificultad se encuentra hoy fácil-

mente un centenar de ellas de formas diferentes ejecutadas industrialmente.

La *cerradura de plancha,* en la cual se encuentra un tabique de chapa delgada, paralelo al palastro, a la mitad de la altura del mecanismo, cuyo tabique se opone al paso de toda llave que no presente una ranura correlativa. En este caso, todavía es fácil la apertura de la cerradura por medio de un gancho.

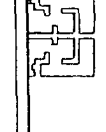


Fig. 1137.

La *cerradura de rodete* o de guardas fijas que lleva remachada sobre el palastro o el fondillo una lámina de chapa llamada rodete o guarda, formando un segmento circular, cuyo centro es el eje de rotación de la llave y que afecta una forma tal que si la llave no tiene las entalladuras correspondientes no podrá girar en la cerradura (fig. 1137); pero la apertura de una cerradura de esta clase puede ser fácil por medio de ganchos o ganzúas de forma especial.

Los artesanos de los siglos pasados, combinando las guarniciones llegaron no sólo a una gran seguridad, sino que tratando las cerraduras con arte obtuvieron cosas deliciosas, paletones dentados, historiados, absolutamente artísticos (véase la figura 1038 de la página 508).

Las *cerraduras de seguridad* contienen un mecanismo interior que se opone a la apertura por medio de toda llave que no esté cortada especialmente para ellas. Se clasifican en dos grandes categorías: las cerraduras de guarniciones móviles y las cerraduras de bomba.

En las *cerraduras de guarniciones móviles,* la llave, obrando por rotación simple, levanta más o menos una serie de piezas basculantes que dejan paso al cerrojo (por el taloncillo), siendo cada una de estas piezas basculantes o guarniciones levantada por la llave en la altura rigurosamente necesaria. En las *cerraduras de bomba,* la llave obra por presión y rotación combinadas.

Se pueden incluir en este sistema las antiguas cerraduras

de *llave de pitones,* en las cuales la llave lleva en su punta uno o varios pitones de altura variable.

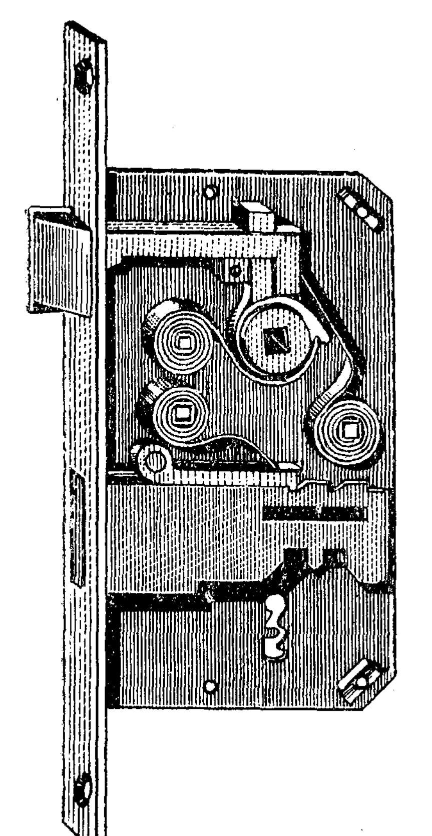


Fig. 1138.

El origen de estas cerraduras es la cerradura egipcia. Existe de ellas un gran número, más o menos difíciles de abrir con ganchos.

Las cerraduras pueden, además, ser clasificadas según su modo de fijación de la forma siguiente:

Las *cerraduras entabicadas* tienen su mecanismo encerrado en una caja compuesta de un palastro, tabiques y cabecera. Se fijan aplicándolas sobre las puertas y quedan aparentes.

Las *cerraduras entalladas* van montadas sobre un palastro acodado para formar cabecera, pero no tienen tabiques. Se fijan de modo que el palastro quede al ras de la puerta; son principalmente empleadas en armarios, cajones o muebles.

Las *cerraduras embutidas* o *cajeadas* van completa-

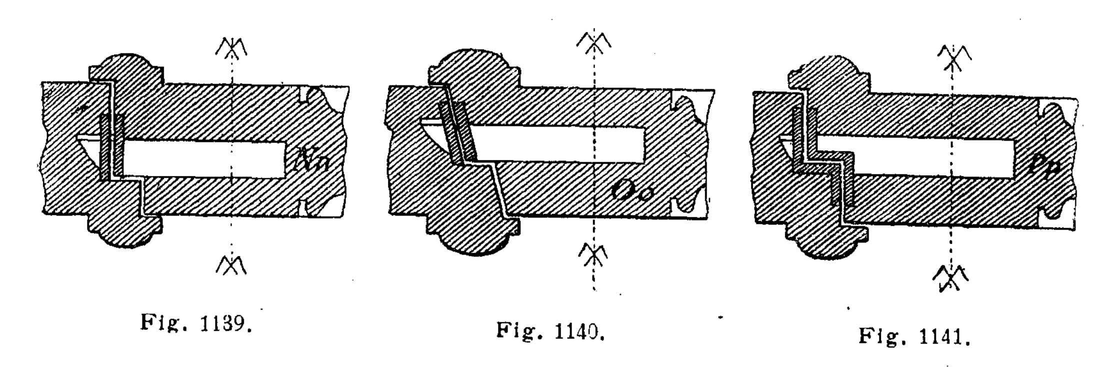


Fig. 1139. Fig. 1140. Fig. 1141.

mente introducidas en el espesor de la madera. Tan sólo queda visible la cabecera.

Estas cerraduras se hacen casi siempre verticales, y van provistas de un muelle, que sostiene la muletilla, y de un espá-

rrago de bronce. La caja es muy delgada y sólo tiene 11 mm. de grueso para quedar dentro de la madera de 34 mm., cuya ranura está hecha al tercio del grueso (fig. 1138).

Se distinguen cerraduras cajeadas de cabecera recta enrasante (fig. 1139), cerraduras cajeadas con cabecera inclinada (figura 1140) y las de cabecera doblemente acodada (fig. 1141). Las anchuras usuales, dimensiones tomadas desde la cabecera a la parte de atrás de la caja, oscilan de 50 a 80 mm., variando de 5 en 5 mm.; las más corrientes son 60 y 70 mm.

La cabecera es muy alta para facilitar la colocación. Generalmente es enrasante, es decir, que enrasa por un lado con el cerrojo de manera que puede ser utilizada en las puertas de dos hojas con ranura terciada.

Una cerradura puede también ser horizontal o vertical. En la cerradura horizontal la llave y el espárrago están en la misma línea horizontal. Estas cerraduras se colocan sobre los peinazos de las puertas; se llaman también cerraduras al largo.

En las cerraduras verticales el espárrago se encuentra por debajo del ojo, se colocan sobre los montantes de las puertas y se llaman cerraduras al ancho. En estas cerraduras el empleo del pomo doble es defectuoso en el sentido que, por un lado por lo menos, no permite el paso libre de la mano, que corre el riesgo de lastimarse con el montante de la hoja durmiente. El empleo de la muletilla doble se impone para todas las cerraduras verticales (fig. 1142).

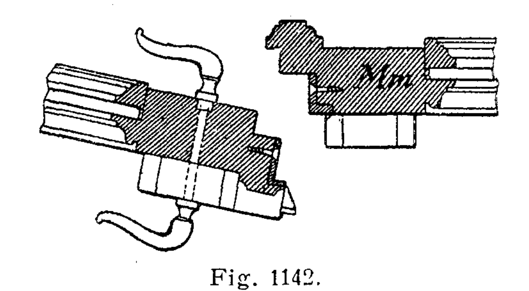


Fig. 1142.

En las habitaciones decoradas la mortaja es a menudo de repetición, y el *entredós* es casi siempre obligatorio (figuras 1143 y 1144). Las cerraduras con mortaja de repetición para las puertas de dos hojas pueden montarse con una cremona o con cerrojos que colocados en la mortaja son accio-

nados por un botón que hace juego con el pomo de la cerradura (fig. 1144).

Las cerraduras en todas sus categorías se designan según su sentido o mano, lo que es importante al hacer un pedido.

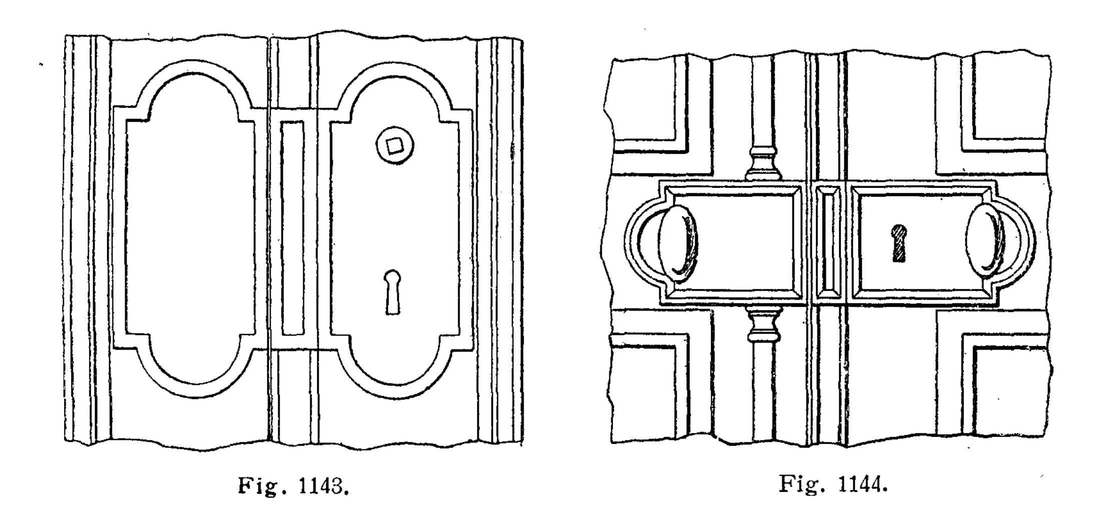
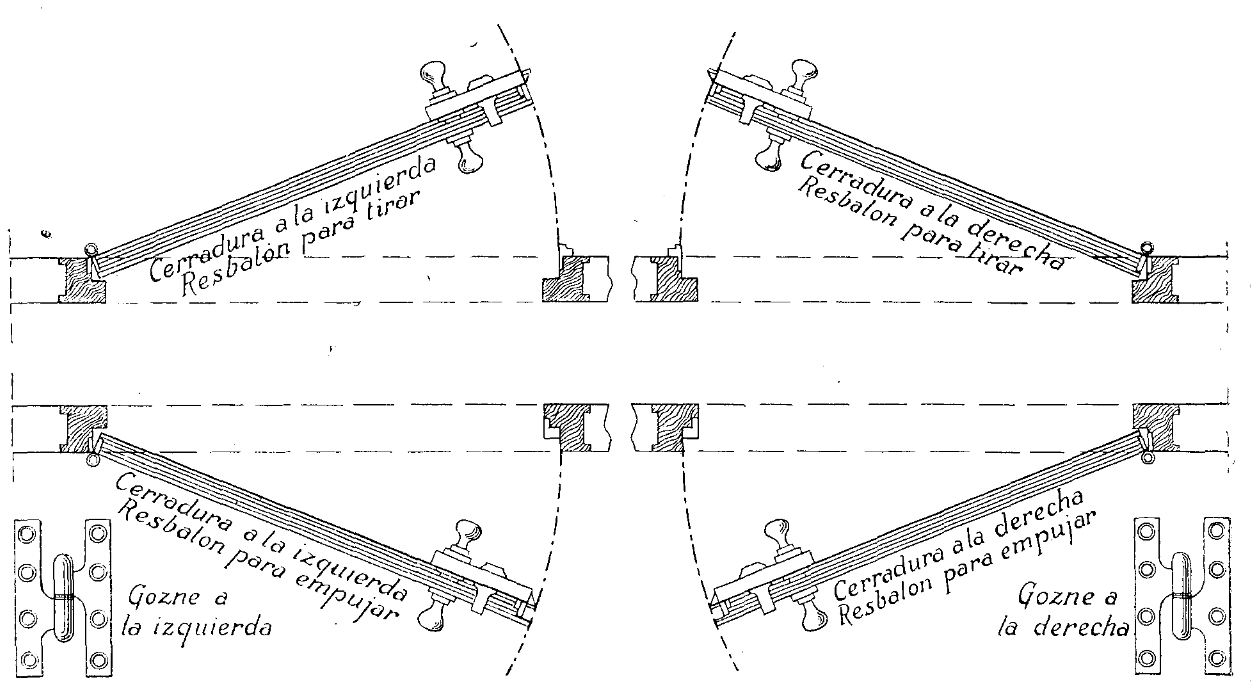


Fig. 1143. Fig. 1144.

Para determinar el sentido de una cerradura hay que suponerla montada y colocarse en el exterior, es decir, frente



Figs. 1145 a 1148.

a la cara opuesta a aquella en que va la cerradura, y delante del montante fijo en que va la mortaja (figs. 1145 a 1148). La cerradura puede entonces abrirse a la izquierda o a la dere-

cha; después hay que considerar si el cierre de la puerta se hace tirando o empujando, para el sentido del chaflán del cerrojo de media vuelta (resbalón). Obtendremos así cuatro casos:

Cerradura a la izquierda tirando
» » derecha »
» » izquierda empujando
» » derecha »

Pero la seguridad, es decir, la resistencia a dejarse abrir por astucia, no constituye por sí sola la buena calidad de una cerradura; debe, además, ser robusta para oponer una resistencia suficiente a la fractura y a los agentes ordinarios de destrucción: el desgaste por el uso y el tiempo. Antes de describir los procedimientos generales utilizados en la construcción de los principales tipos de cerraduras, indicaremos a continuación las prescripciones del pliego de condiciones redactado por los arquitectos y constructores franceses, para la especificación de las cerraduras y resbalones.

En la *primera calidad.* 1.° Ningún órgano debe ser de fundición maleable ni formado por varios espesores reunidos, excepto el cerrojo plano de las cerraduras para cajear. Los espárragos serán siempre de bronce conteniendo 86 % de cobre, con tolerancia de 2 %, y 8 % de estaño, con tolerancia de 1 %. Las arandelas deberán ser de casquillo, es decir, atravesar los espesores de los palastros y cubiertas.

2.° Cada órgano de la cerradura o de la mortaja debe, en principio, ser de espesor constante y sin ningún rebajo. Los rebajos se admitirán solamente cuando el destino o la colocación de la pieza lo justifiquen.

3.° Esta cerradura va pulimentada por el exterior, excepto para los cerrojos durmientes en negro y las cubiertas. Las piezas interiores van pulimentadas por encima y desbastadas por debajo.

4.° En las partes tabicadas, los tabiques de hierro deben

ser de una sola pieza, tanto para la cerradura como para la mortaja.

5.° La estampilla deberá llevar la marca reconocida y encima: 1.ª calidad; estas inscripciones van marcadas en el hierro plano de los cerrojos.

6.° Los espesores serán los siguientes:

Tabiques.—Flejes de todos modelos . . .	35 × 10 mm.
Cajas.—Armarios.	20 × 10 »
Seguridades y cerrojo durmiente . .	25 × 10 »
Otras cerraduras	23 × 10 »
Brazo del espárrago	60 × 10 »
Gargantas.—Artículos de mortaja única .	30 × 10 »
Portagarganta de hierro	20 × 10 »
» de latón	25 × 10 »
Seguridades: el espesor llenará, dejando el juego necesario, todo el espacio disponible.	
Fondillos	15 × 19 mm.
Cola del cerrojo y de media vuelta . . .	32 × 10 »

Las cifras indicadas para los fondillos, colas del cerrojo y media vuelta, así como para los tabiques de fleje, se disminuyen en 10 °/₀ por lo que se refiere a los armarios y a las cerraduras verticales de una anchura inferior a 60 mm. Los espesores mínimos de las mortajas, lo mismo si están hechas de fleje que si son estampadas, serán los mismos que los de las cerraduras disminuídos en 10 °/₀.

7.° Todas las cerraduras que se cierren tirando deberán tener una media vuelta a 32° con nervios; únicamente las cerraduras que se cierran empujando podrán tenerlo a 45°. No podrá haber lugar ni a aumento ni a disminución de valor para una u otra media vuelta.

8.° La cerradura de 1.ª calidad tendrá dos arandelas de acero sin aumentar ni disminuir el valor de la cerradura. Estas arandelas, además, deberán cumplir las condiciones enunciadas en el artículo primero.

9.° Las bocas deberán ser de una sola pieza; los tapaojos, cuyo diámetro será de 38 mm., podrán ser fundidos o

estampados. El espesor de los tapaojos estampados será de un milímetro.

10.° El latón tendrá por lo menos 64 % de cobre.

Características particulares de los artículos. — Armarios vuelta y media: Piezas de cobre (latón) conteniendo por lo menos 64 % de cobre: boca, custodia, garganta.

Hierro: palastro, tabiques, cuerpos de cerrojos según las características generales.

Acero: llave de dos rodetes.

Pico de pato: pieza de bronce: espárrago.

Hierro: palastro, tabiques, cuerpo de la media vuelta según las características generales.

Cerrojos durmientes media vuelta: Piezas de cobre (latón): boca, tapaojo, garganta.

Piezas de bronce: espárrago.

Hierro: palastro, tabiques, cuerpos de cerrojo según las características generales.

Acero: llave.

Esta cerradura lleva una plancha.

Cerrojos durmientes negros: Piezas de cobre (latón): boca, contera, garganta. La contera puede ser de acero.

Hierro: palastro, tabiques, cuerpos de cerrojo según las características generales. Esta cerradura lleva plancha.

Acero: llave.

Seguridades de gargantas: Piezas de cobre (latón): botón de tiro, tapaojo, contera, gargantas. La contera puede ser de acero.

Piezas de bronce: espárrago.

Piezas de hierro: palastro, tabiques, etc.

Acero: dos llaves.

Vuelta y media: Piezas de cobre (latón): boca, tapaojo, garganta, botón corredizo.

Hierro: palastro, tabiques, cuerpo de cerrojo según las características generales.

Las llaves de la cerraduras de 1.ª calidad deben ser de acero o de hierro estampado.

Cerraduras de cajear. — La media vuelta de las cerraduras de cajear podrá ser, por excepción, de fundición maleable.

Su cerrojo durmiente podrá ser de dos gruesos superpuestos. Su espárrago será de bronce con dos arandelas interiores. Los espesores mínimos serán los siguientes:

Cabeceras	30×10 mm.
Cuerpo del cerrojo	32×10 »
Costados	15×10 »

Las placas podrán quedar en negro.

Nota. — Toda cerradura no conforme a las designaciones de la 1.ª calidad, desde el punto de vista de la conclusión y composición, entra en la categoría de las calidades inferiores y es apreciada como tal.

En las *cerraduras de 2.ª calidad* es permitido el empleo de la fundición maleable.

Los espárragos, bocas, tapaojos, son de cobre (latón).

El espesor de los brazos del espárrago será de $^{40}/_{10}$ de milímetro. La boca será de una sola pieza. El tapaojo, cuyo diámetro será de 35 mm., podrá ser fundido o estampado; para este último el espesor será, por lo menos, de $^{6}/_{10}$ de milímetro.

Los portagargantas son totalmente de cobre (latón) o de hierro y cobre (latón). La superficie de la garganta sobre que trabaja la llave tendrá una anchura mínima de $^{30}/_{10}$ mm.

Las cerraduras llevarán dos arandelas; éstas serán de casquillo, es decir, atravesando los gruesos del palastro y de la cubierta.

Con excepción de los cerrojos durmientes negros, las cerraduras irán pulimentadas por el exterior, excepto las cubiertas; las piezas interiores irán desbastadas por encima.

Los cerrojos durmientes media vuelta, vuelta y media, y los cerrojos durmientes negros llevan una plancha.

Los espesores son los siguientes:

Cajas	20 × 10 mm.
Cuerpos del cerrojo y de la media vuelta .	24 × 10 »
Cubierta o fondillo	12 × 10 »
Tabiques: fleje.	30 × 10 »

Las disposiciones indicadas en la 1.ª calidad para los espesores de armarios y cerraduras verticales de una anchura inferior a 60 mm., así como para las mortajas, se aplican también a la 2.ª calidad.

Para completar este estudio de las cerraduras, describiremos a la ligera algunos tipos característicos para indicar los procedimientos generales empleados en su construcción, existiendo variantes de ellos en número infinito.

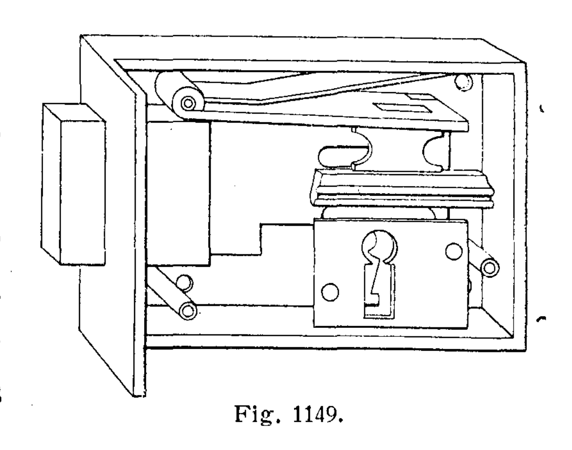


Fig. 1149.

El *cerrojo durmiente* es una cerradura que no lleva más que un cerrojo rectangular, cerrándose por una o dos vueltas de llave (fig. 1149); a menudo, un muelle oprime la cara superior y lleva una mortaja en la que entra un pitón de detención y una barba que es levantada por la llave para desenganchar el pitón.

Esta cerradura está generalmente destinada a sótanos, cocheras o piezas secundarias y se vende en negro, es decir, no pulimentada; va también sin mortaja la que está hecha de chapa o de hierro forjado, con patilla o con garra de empotramiento, según los casos.

El cerrojo durmiente negro se fabrica con las dimensiones de 60, 95, 110, 140, 190 ó 220 mm. de longitud; la dimensión corriente es 140, y después 160 mm. La altura varía igualmente entre 80 y 160 mm., según las calidades.

En los cerrojos durmientes hay que especificar la mano, pero no si son para tirar o empujar.

La *media vuelta,* llamada a veces *cerrojillo,* va provista de un resorte plano o en espiral que tiende constantemente a hacer salir el cerrojo fuera de la caja de la cerradura; este cerrojo presenta un chaflán que puede estar inclinado a 45° o a 32° con respecto a la cabecera, de modo que se cierre automáticamente empujando la puerta, y se maniobra, para la apertura, bien por la llave o por un pomo, una muletilla o un tirador.

Cuando el cerrojo es de 32° el bisel es más alargado y la puerta cierra mejor.

El cerrojo a 45° presenta la ventaja de poderse invertir, de manera que el chaflán se encuentre en sentido opuesto. En la media vuelta con cerrojo a 32° no es posible hacer la inversión.

El cerrojo durmiente media vuelta posee, por lo pronto, el movimiento de media vuelta, y avanza en seguida una cierta cantidad por medio de una vuelta de llave; después queda en esta posición hasta que la llave viene a obrar en sentido contrario.

El *cerrojo durmiente media vuelta* no es más que de una vuelta de llave; otras cerraduras son de dos vueltas; el movimiento de rotación de la llave se efectúa dos veces sucesivas.

En estas cerraduras el espárrago va atravesado por la espiga de hierro de un botón o de una muletilla de 6 ó 7 mm. en cuadro. Cuando se hace girar la espiga del pomo a la derecha o a la izquierda, los brazos del espárrago obran sobre la cola del cerrojo de media vuelta y le hacen entrar en la caja; pero, en la cerradura de una puerta, el media vuelta puede entrar en la caja empujando sencillamente la puerta sin que sea necesario accionar el pomo.

El *cerrojo de noche* es un pequeño cerrojo independiente de los demás; va colocado en la parte inferior de la cerra-

dura, se acciona a mano por un botón corredizo de cobre colocado en el tabique inferior y reemplaza al cerrojo independiente o al pestillo.

El *pico de pato,* que se abre sin llave por medio de un pomo o de una muletilla, es la más sencilla de todas las cerraduras.

La figura 1150 indica un esquema del funcionamiento, que puede recibir numerosas modificaciones o perfeccionamientos, en particular, para hacer la pieza reversible. *A A* son los tabiques, y *B* el cerrojo; este último está retenido por la varilla acodada *DE*, sobre la cual oprime el muelle *C* y va guiada en su carrera por los picoletes *QQ'*; además, la cabeza de este cerrojo va cortada en chaflán o en bisel para permitir que la puerta se cierre sola cuando se la empuja. El cuadradillo del pomo pasa por el espárrago *H*, cuyos brazos *F*, obrando sobre la pieza *DE* cuando se hace girar el pomo, hacen entrar el cerrojo y, por lo tanto, abrir la puerta.

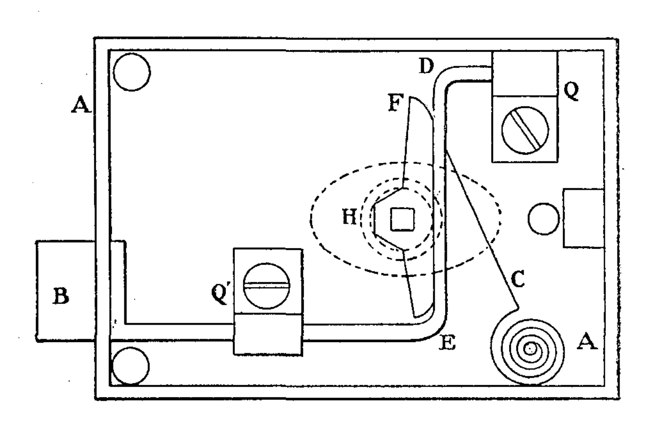


Fig. 1150.

El pico de pato no tiene mano. Sus dimensiones son 80, 95, 110, 140 y 160 mm. de longitud, pero la dimensión de 110 mm. es la más corriente. Puede ser para cerrojo de noche; en este caso, el pico de pato tiene una mano, y el cerrojo de noche se encuentra debajo de la media vuelta.

El pico de pato de *Gollot,* del nombre de su inventor, es robusto y se presenta bajo un pequeño volumen; se hace largo con resortes rectilíneos o más ancho y más corto con resortes de relojería.

El pico de pato de Gollot con resortes rectilíneos (figuras 1151 y 1152) se compone de un palastro *A* de fundición,

de un espárrago *D* provisto de un agujero cuadrado para muletilla con palanca *F* que acciona un cerrojo de charnela *C*, sobre el cual va fijo un muelle *B*; el muelle *E* mantiene el espárrago y lo vuelve a llevar a su posición cuando no obra la muletilla. Si se hace girar ésta en el sentido de la flecha, se hace entrar el cerrojo en el palastro y la puerta se abre.

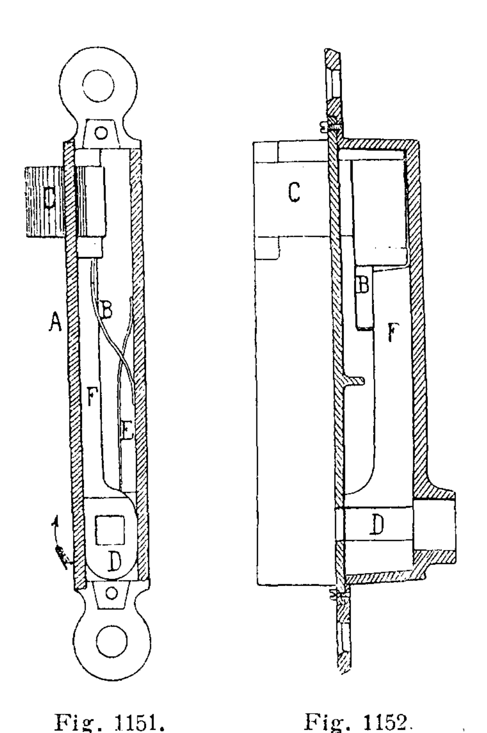


Fig. 1151. Fig. 1152.

El pico de pato de Gollot con muelle de relojería (figs. 1153 y 1154) se compone de un palastro de fundición *P* que contiene el espárrago *FF* con palanca que obra sobre la cola del cerrojo *B*, y es accionada por un potente muelle en espiral *R* llamado muelle de relojería. Este

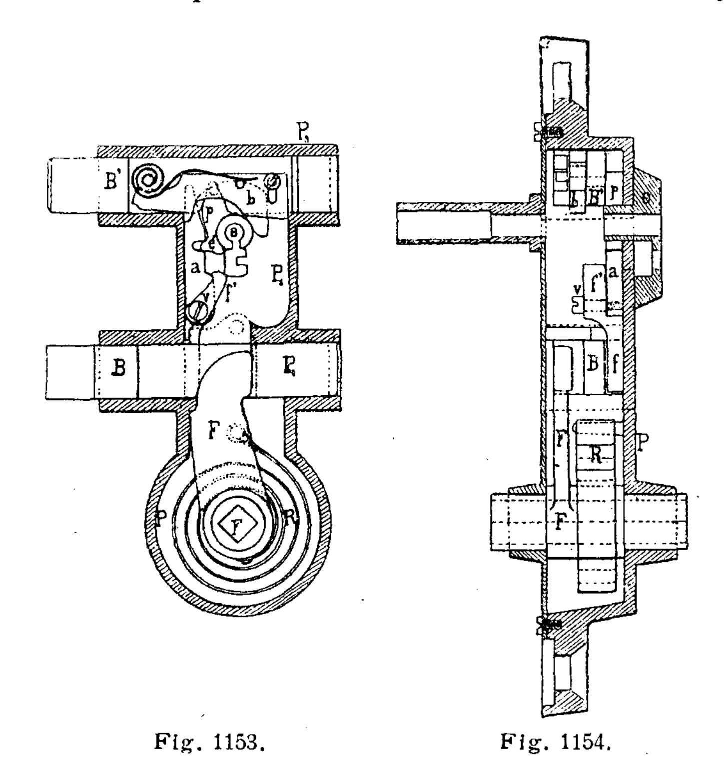


Fig. 1153. Fig. 1154.

pico de pato está combinado alguna vez con cerrojo que cierra con llave; en este caso, el palastro *P* lleva encima un

suplemento P_2 terminado por un estuche P_3 que contiene el cerrojo durmiente B', el cual lleva en una entalladura la palanca b. En la posición indicada en la figura, estando la palanca caída, impide todo movimiento del cerrojo por el talón de la derecha y un pitón a la izquierda, pero si se hace girar la llave, ésta levanta por lo pronto la palanca b, obra sobre la barba del cerrojo que al retroceder hace subir una varilla vertical a y una pieza basculante ff'; continuando el giro de la llave, su paletón tropieza con el brazo f' que ataca el pico de pato y le hace entrar.

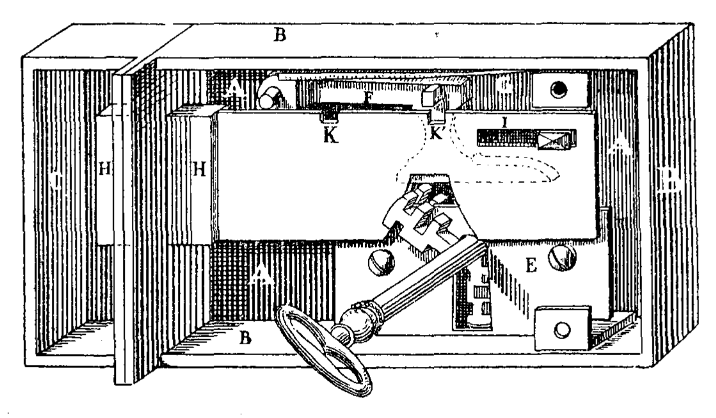


Fig. 1155.

La figura 1155 representa una *cerradura a dos manos* con tabique o plancha, en la cual se ha procurado aumentar la seguridad por medio de un tope de cerrojo F que es levantado por una parte del paletón de la llave introducido en un lado de la plancha para desprenderlo de la muesca K o K', en la cual estaba introducido, mientras que la otra parte de la llave obra sobre las barbas del cerrojo para moverlo.

En la figura 1155 la cerradura está representada en el momento en que va a quedar completamente cerrada. Al principio de este movimiento, la llave, después de haber sido introducida por su ojo, ha empezado a efectuar su revolución a través de la guarnición fija; en este movimiento la punta del paletón ha encontrado la garganta de la pequeña palanca de detención F, cuyo pitón estaba introducido en la primera entalladura K, y estaba mantenido por la presión

del muelle *G*; ha levantado esta palanca, ha hecho salir el pitón de la entalladura *K*, y continuando su movimiento de rotación ha encontrado el cerrojo que ya ha quedado libre y lo ha empujado hacia adelante, hasta el punto en que está representado en la figura. Continuando el giro, el paletón dejará que vuelva a caer el pitón de la retención en la segunda entalladura *K'*, y el cerrojo se encuentra así fijado invariablemente en su nueva posición.

Para abrir bastará imprimir a la llave un movimiento de rotación inverso; se reproducirán los mismos efectos en un orden opuesto hasta que el cerrojo haya vuelto a su posición primitiva en la que ha entrado por completo dentro de la cerradura, y no ofrece ya ningún obstáculo a la apertura de la puerta.

Se han buscado las mayores garantías contra la violencia en la complicación de las entradas y de las guardas, pero estas garantías son completamente ilusorias. Por otra parte, el número de combinaciones de las guardas es restringido, y ocurre incluso que se entregan cerraduras provistas de llaves que presentan numerosas entalladuras que no corresponden a ninguna guarnición interior.

Las cerraduras de combinación se componen de un mecanismo cuyas piezas han de estar colocadas en un cierto orden para que se pueda obtener su apertura. Su construcción se funda en el principio representado esquemáticamente en la figura 1156.

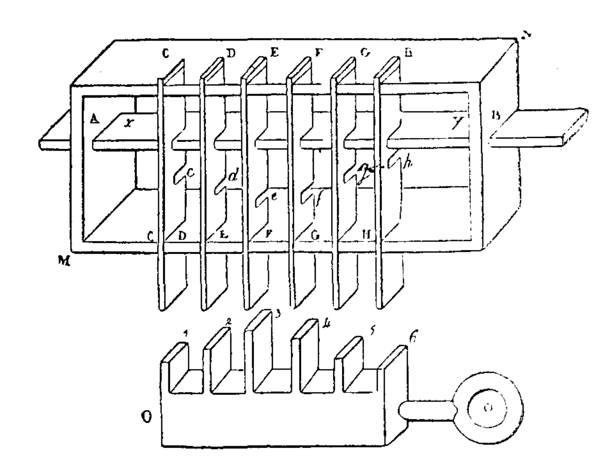
Sea un marco rectangular *MN*, en cuyos dos lados más pequeños se han practicado dos ranuras *AB*, en las cuales se mueve horizontalmente un cerrojo *xy*.

Si sobre cada uno de los lados mayores se practican seis entalladuras *CDEFGH*, y en cada una de ellas se coloca una lámina que puede moverse libremente y casi sin juego en las entalladuras, el cerrojo *xy* no podrá tener movimiento alguno hacia adelante o hacia atrás, si estas láminas se encuentran introducidas en otras tantas entalladuras prac-

ticadas en la longitud del cerrojo frente a cada una de las láminas.

Pero si estas láminas llevan a diferentes alturas unas entalladuras *cdefgh* de la misma profundidad con que ellas penetran en el cerrojo, éste saldrá con facilidad cuando se hayan elevado todas estas láminas de manera que las entalladuras que éstas llevan se encuentren todas en la misma línea horizontal que recorre el cerrojo.

Se producirá este efecto de una sola vez empleando una llave *OO* (fig. 1157), cuyas guardas *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6* sean de distintas longitudes, y éstas correspondan respectivamente a la distancia a que las entalladuras de las láminas se encuentran del cerrojo *xy*.



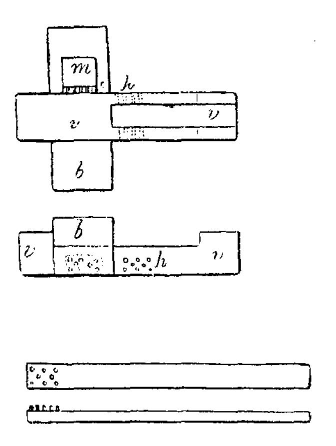
Figs. 1156 y 1157.

Si en el esquema de la figura 1156, que lleva seis láminas verticales, asignamos a las entalladuras *c d e*... hechas en cada lámina 10 posiciones a alturas diferentes, el número de combinaciones posibles será $6^{10} = 60466176$.

La *cerradura egipcia* de madera, que es la cerradura de combinación más antigua conocida, es notable por su sencillez y se remonta a la mayor antigüedad, puesto que encontramos su representación en los bajorrelieves del templo de Carnac. Está todavía en uso en el país y en las comarcas de Levante; parece que fué empleada desde tiempo inmemorial en Cornualles y en las Islas Fœroe, a donde debió ser llevada por los fenicios.

Esta cerradura se compone (figs. 1158 y 1159) de un cerrojo *v* que corre en una mortaja practicada en una pieza *b*, y su carrera queda limitada por una muesca que viene a apoyarse contra los bordes de la mortaja.

En la pieza *b* se ha practicado una abertura que recibe una pequeña pieza cuadrada de madera *m* colocada encima del cerrojo; esta pieza va guarnecida de clavijas colocadas irregularmente, y que corresponden a unos orificios practicados en la parte *h* del cerrojo. El mismo cerrojo va provisto de un agujero longitudinal que recibe la llave (figs. 1160 y 1161), que es de madera dura, por lo demás, lo mismo que todo el artefacto, y que lleva en su extremidad unas clavijas dispuestas de la misma manera que los orificios practicados en la parte *h* del cerrojo. Con el fin de que se correspondan las clavijas colocadas sobre la pieza *m*, los orificios del cerrojo y las clavijas de la llave, se colocan estas tres piezas una encima de otra, y se abren los agujeros de una vez.



Figs. 1158 a 1161.

Supongamos que el cerrojo es empujado de manera que el talón de la muesca venga a tocar en la mortaja; como los agujeros *h* del cerrojo corresponden a las clavijas fijas en la pieza descendente *m*, y esta pieza desciende por su propio peso, el cerrojo se encontrará evidentemente detenido. Para hacerlo mover es preciso servirse de la llave; para ello se introduce ésta en el agujero del cerrojo hasta que toque al fondo, se levanta y como las clavijas de que va provista corresponden a los agujeros del cerrojo, todas las clavijas de la pieza *m* serán levantadas a la vez; por otra parte, siendo las clavijas de la llave de una altura igual al espesor de la parte *h* del cerrojo, las clavijas *c* son levantadas por encima del cerrojo, y tirando de la llave se arrastra el cerrojo, que no está ya retenido por las clavijas de la pieza *m*.

La cerradura de combinación ha sido aplicada por primera vez en Europa en 1744 por el inglés *Baron;* pero fué otro inglés, el célebre mecánico *Joseph Bramah,* el primero que obtuvo resultados satisfactorios adaptándola en 1874 a su

cerradura de bomba. La cerradura de este último ha servido de tipo a la mayor parte de instrumentos análogos que han sido imaginados después, entre los cuales bastará citar la *cerradura de gargantas y de delator de Chubb*, la *cerradura de llave cambiante de Rochefort* y la *cerradura de permutación de Day y Newel*. Estas cerraduras ofrecen una gran seguridad relativa, pues a pesar de que todas ellas pueden forzarse, hace falta por lo menos mucho tiempo para conseguirlo y llegar a abrirlas.

Las *cerraduras que se abren sin llave* tan pronto como ciertas piezas han sido colocadas en la posición deseada, están formadas por varias virolas que llevan letras, números o signos cualesquiera, y van dispuestas de modo que pueden tomar un gran número de posiciones diferentes; sin embargo, para cada virola no existe más que una posición que permite la apertura de la cerradura, y una persona que no conociese esta posición se vería obligada antes de conseguirlo a ensayar la mayor parte de las combinaciones posibles de las posiciones de las virolas, a menos que una casualidad poco probable le favoreciese desde las primeras tentativas.

Las cerraduras de este género parecen datar del siglo XV. Han vuelto a estar en boga en el siglo XVII, sobre todo en forma de candados, gracias al mecánico parisiense *Regnier*, que incluso les dió su nombre. Para dar una idea de las complicaciones que pueden presentar estos instrumentos, citaremos una cerradura de caja de caudales enviada por el cerrajero Robin, de París, a la Exposición de 1834; era susceptible de 150587625890 combinaciones, y fracasaron todas las tentativas que se hicieron para abrirla.

La *cerradura de bomba de Bramah* ha servido de modelo a una serie completa de cerraduras de seguridad muy usadas aún hoy día. Un cilindro (fig. 1162) está ajustado a frotamiento en una masa de latón *mm* que sirve de cubierta a toda la cerradura. En el centro de este cilindro, que se llama *barrilete*, y en sentido de su eje, va practicado un orificio

cilíndrico capaz de recibir la espiga *p* con su platillo *t* y el muelle en espiral. La espiga va remachada sobre el platillo inferior o, mejor, ajustada a rosca. El platillo *t* lleva una muesca que le permite deslizarse libremente y sin juego a lo largo de la espiga *p* que es perfectamente cilíndrica y va

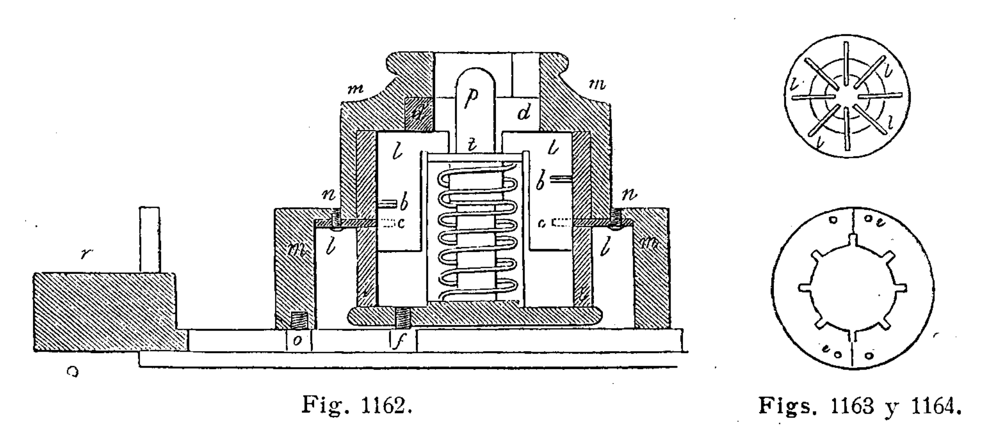


Fig. 1162. Figs. 1163 y 1164.

pulimentada; el muelle tiende continuamente a empujar el platillo *t* hacia el borde de la varilla *p*, y por el movimiento de compresión que la llave le imprime es como pone en juego todas las piezas que componen el aparato.

La figura 1163 representa el plano de la parte superior del barrilete *t* o parte móvil de la cerradura, sin la varilla *p*. Se ven en ella las ocho láminas de acerro *ll* representadas en elevación en la figura 1162, y que apoyan por un talón aplicado a su parte superior en la parte de encima del platillo *t*, y en cada una de ellas se ven las entalladuras *bb* a distintas alturas. Estas láminas son las que impiden al barrilete girar alrededor de la varilla *p*, a menos que las entalladuras de cada una de ellas se encuentren todas en el plano de la pieza de acero que se ve en proyección horizontal en la figura 1164. Las entalladuras practicadas en el extremo de la llave (fig. 1165) en sentido inverso a la distancia a que se encuentran de la placa *cc*, son las que llevan todas las entalladuras *bb* al plano de la placa circular *cc* por el efecto de la presión del extremo de la llave sobre el platillo *t* hasta que el paletón de la llave se

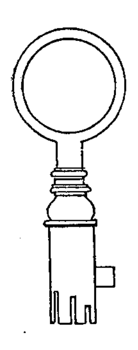


Fig. 1165.

encuentra introducido en la ranura *dd*, de donde no puede ya salir hasta que la llave haya dado una vuelta completa para volverse a presentar delante de la única salida practicable y; entonces, reaccionando libremente el muelle en espiral, la rechaza fuertemente hacia fuera de la boca de la cerradura. En el fondo del barrilete se encuentra un tornillo *f*, cuya cabeza saliente entra en una ranura que tiene todo el espesor de la cola del cerrojo. Cuando la llave hace girar el barrilete, la cabeza del tornillo *f* describe una circunferencia.

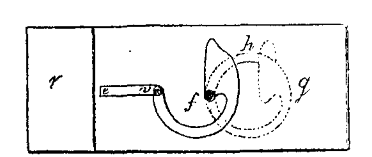


Fig. 1166.

La figura 1166 representa la proyección horizontal del cerrojo y su posición cuando la cerradura está cerrada; las líneas de puntos indican el camino que recorre el tornillo *f* al arrastrar el cerrojo; girando en sentido inverso el tornillo apoya en el punto *h*, y no puede terminar su carrera sin arrastrar el cerrojo consigo. La cabeza del tornillo *v* se mueve en una entalladura recta *ev*, e impide al cerrojo oscilar a derecha o a izquierda.

Los órganos de esta cerradura de bomba, encerrados en una caja de poco volumen, pueden ser frágiles. Sin embargo, este tipo ha sido perfeccionado por casas importantes y, construído con precisión, está muy extendido hoy día.

La *cerradura Yale* (de pitones) pertenece a este sistema, así como la *cerradura Progreso* (construída por los Establecimientos Fontaine), la *cerradura Monopole* (Société des coffres-forts Bauche), etc. La Société Fichet hace también cerraduras de este tipo, pero la espiga de la llave está terminada por un paletón plano que lleva las entalladuras en el filo de la punta, de manera que las varillas están dispuestas paralelamente en lugar de ser radiales.

Las *cerraduras de seguridad de guarniciones móviles*, de las que existen una infinidad de modelos, se fundan en el principio de que la llave, antes de encontrar al cerrojo para hacerle avanzar o retroceder, debe separar una serie de

obstáculos móviles cuya disposición es imposible apreciar desde el exterior.

La figura 1167 representa una cerradura de dos vueltas y media, es decir, que lleva un cerrojo durmiente de dos vueltas y un pico de pato. *A* es el palastro, *B* los tabiques, *C* la mortaja; la llave *D* tiene su paletón recortado en dientes que presentan siete escalones o muescas. El último, el más próximo al palastro, es el que obra sobre las barbas del cerrojo.

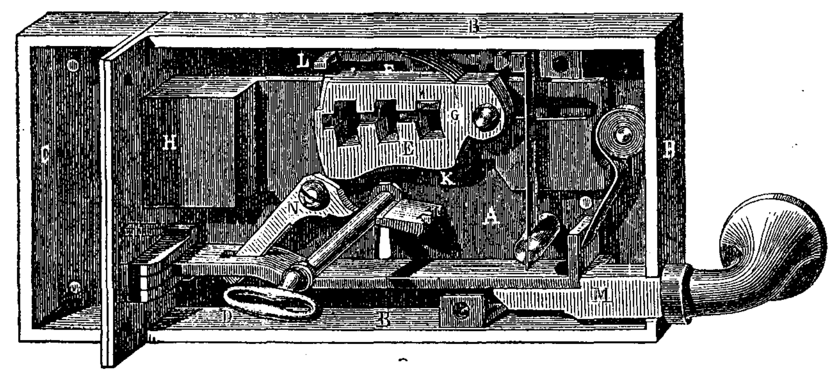


Fig. 1167.

Las guarniciones móviles *E* están aquí formadas por seis placas de cobre susceptibles de girar alrededor de un eje común que sirve al mismo tiempo de guía a la cola del cerrojo. Estas placas se mantienen en su posición normal apoyadas, por una parte sobre su eje de rotación, y por otra sobre el pitón del cerrojo por medio de seis muelles de acero *F* que se apoyan sobre el lado superior del tabique; están recortadas interiormente y por encima según perfiles que deben estar rigurosamente trazados de acuerdo con el recortado de la llave.

Es evidente que para que el cerrojo *H* pueda moverse, es preciso que el pitón o taloncillo que va remachado a él deje de estar prisionero entre las muescas de las guardas móviles, y pueda deslizarse por entre los tres vaciados principales de estas muescas. Estas tienen una forma variada; es preciso, pues, que cada una de las placas sea levantada a una altura diferente para que en el momento preciso en que el

pico del paletón viene a encontrar la barba del cerrojo, los seis intervalos se correspondan y dejen paso simultáneamente al taloncillo.

Este efecto se consigue estableciendo una concordancia perfecta entre la forma del perfil interior de los discos móviles y el de los dientes de la llave. Se ve, según estas disposiciones, que la cerradura de guarniciones móviles fabricada con el cuidado conveniente, es un instrumento de precisión. Debe ser muy difícil fabricar una llave falsa, aun sobre modelo; es inútil tratar de tomar moldes interiores.

El *delator L* es un ingenioso mecanismo que añade una nueva garantía a la seguridad de la cerradura; permite reconocer si se ha hecho alguna tentativa para forzarla, y en este caso se opone a todo movimiento del cerrojo. tal como el que se procuraría obtener con un instrumento cortante bastante hábilmente fabricado y manejado para cortar y destruir desde fuera las placas de guarnición.

El delator se compone de una pequeña palanca cuyo eje de rotación viene a estar en su punto medio; se termina por un lado en gancho de escuadra, y por el otro en punta biselada. Está mantenida en su posición habitual por un pequeño muelle vertical provisto de una placa con una ranura en la que entra la arista en bisel de la punta de palanca.

Si se intenta abrir la cerradura con otro instrumento que no sea su verdadera llave, al levantar las guarniciones se vendrá a encontrar el gancho del delator; se le librará así de la presión del muelle vertical y vendrá a caer sobre el cerrojo, con el que enganchará por la barba que lleva por debajo en una muesca que hay practicada para ello. El cerrojo ya no podrá recibir ningún movimiento a consecuencia de este obstáculo.

Cuando se vaya después a abrir la cerradura con la verdadera llave, se notará una resistencia que delatará la tentativa criminal de que ha sido objeto. Para volver a colocar al delator en su posición normal bastará dar una vuelta de llave

como para cerrar la cerradura. El pico de pato *M*, con su muelle y su tirador exterior para maniobra directa, presenta una palanca *N* fija con movimiento de rotación sobre el cerrojo, lo que permite accionar el pico de pato con la llave.

Las primeras de estas cerraduras, cuya seguridad está fundada en el empleo de gargantas móviles, son debidas a Baron, cerrajero inglés, con patente que data de 1774; en su sistema no había más que dos placas; los pitones estaban unidos a ellas y penetraban en unas muescas del cerrojo o bien estaban dispuestos al revés, como en la cerradura descrita.

En 1790 tuvo Bird la idea del sistema de recortado interior de las placas tal como se aplica hoy día; empleaba cuatro guarniciones.

El delator fué introducido por Mitchell y Lawton en 1815, pero no recibió su forma definitiva hasta 1818 por Chubb que lo hizo servir a la vez para advertir al propietario y para la inmovilización definitiva del cerrojo, como hemos explicado.

Estos perfeccionamientos fueron introducidos en Francia por Fichet en 1829. Este fabricante, asociando las cerraduras de gargantas móviles al sistema de combinaciones invisibles e introduciendo en los detalles de la fabricación corriente de las cerraduras una precisión desconocida en Francia hasta entonces, llegó a suministrar productos excelentes y dió a esta interesante industria un impulso que merece que su nombre ocupe un lugar muy señalado en los anales de la cerrajería francesa.

En una cerradura de dos vueltas, si nos contentamos con colocar guarniciones ordinarias (de paso rectilíneo) ocurre que si se da impulso al cerrojo obrando bruscamente sobre la llave, al abrir o al cerrar, el taloncillo salva de una vez los dos pasos y hace las dos vueltas en una sola vez saltando una muesca, o bien queda cogido en el segundo paso después de saltar una muesca.

Para suprimir este inconveniente, es para lo que se ha

imaginado en las cerraduras de combinaciones con guarniciones (cerraduras Fichet) la guarnición de gargantas en declive, llamada de *taloncillo.* Como esta guarnición no presenta sus pasos en línea, se opone al paso brusco del taloncillo en las dos vueltas, saltando una muesca. Esta guarnición es de hierro, escogida para un recortado elevado de la llave y nunca colocada aquélla encima del cerrojo, a fin de no debilitarla por el entallado que sería necesario hacer en ella para salvar el remachado del taloncillo demasiado próximo; el taloncillo va cortado en sus dos superficies de resbalamiento según una inclinación de 20 a 25° a la altura correspondiente a esta guarnición.

En las cerraduras de seguridad con guarniciones, la fabricación mecánica moderna obliga a seguir un método en su construcción y en el recortado de las llaves. Tomemos, por ejemplo, la serie de llaves para cerradura de seis guarniciones. Dividiremos el paletón de la llave en 7 partes o cortes en el sentido de su longitud, pudiendo cada uno de estos cortes variar según 10 alturas diferentes. Si numeramos los cortes y las profundidades de corte partiendo del ángulo *0* del paletón (fig. 1168), mirando la llave de modo que su anillo quede a la derecha, es fácil darse cuenta de que la llave indicada en dicha figura podrá ser representada por el número 0243126.

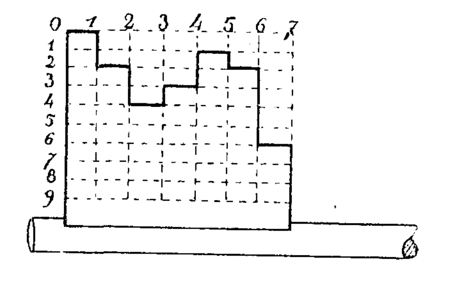


Fig. 1168.

Basta, pues, establecer una serie de números de 7 cifras, o con más exactitud de 6 cifras, porque el último corte corresponde al ataque de las barbas del cerrojo, y es invariable en un mismo tipo de cerradura, separando todos los números que dan figuras de llaves poco estéticas, o en las cuales la misma cifra esté repetida demasiadas veces, o también una cifra débil entre dos mayores para evitar una forma frágil.

La cerradura de seguridad, cuya fabricación puede ser

casi enteramente mecánica, ha constituído un progreso considerable; pero en las habitaciones importantes, escuelas, oficinas, hoteles, almacenes, bancos, talleres, etc., en que las puertas son numerosas, haría falta, con el sistema de una llave distinta para cada cerradura, un surtido muy numeroso; para resolver este problema se hacen hoy cerraduras de combinaciones múltiples que permiten, gracias a un número considerable de combinaciones posibles, el establecimiento de:

1.° Una *llave particular* para cada cerradura, que no abre más que ésta;

2.° Una *llave de serie,* que abre toda una serie de cerraduras;

3.° Una *llave maestra universal,* o llavín general, que abre todas las series de cerraduras.

La Société Fichet construye también cerraduras de combinaciones múltiples de dos vueltas de llaves diferentes, lo que permite al director de una administración o de un hotel impedir eventualmente a cualquiera la entrada en una habitación determinada. La primera vuelta está accionada sea por las llaves particulares, por las de serie o por la llave maestra; la segunda vuelta no puede ser dada más que por una llave especial, lo que hace imposible la apertura por medio de otras.

Cerraduras Fichet de combinaciones múltiples.—Las figuras 1169 a 1172 indican la superposición de los órganos en planos diferentes.

Dos piezas basculantes B_1 y B_2, alojadas bajo la cola del cerrojo, se arrastran mutuamente por mediación de un brazo b y de una corredera c, girando bajo la acción de la llave alrededor de dos pies P_1 y P_2 (fig. 1169). La pieza basculante B_2 lleva:

1.° Un taloncillo m que introducido en una de las entalladuras superiores de la cola del cerrojo impide todo movimiento de este último o, por el contrario, cuando está desen-

ganchado por haberse levantado B_2, permite el movimiento del cerrojo en un sentido o en otro.

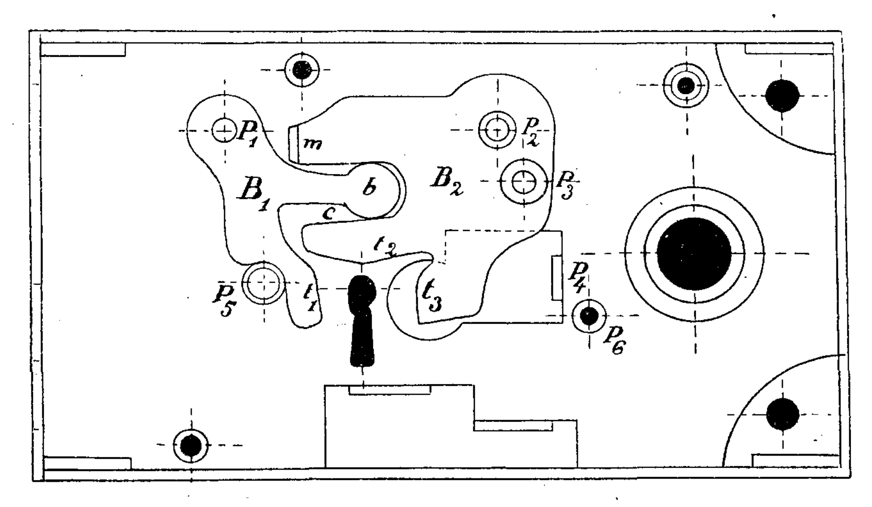


Fig. 1169.

2.° Un pie P_3 que atraviesa la cola del cerrojo, y alrededor del cual puede bascular un doble taloncillo M_1 M_2 de forma especial (fig. 1170).

Un muelle espiral r arrollado alrededor de P_3 se apoya en los pies P_2 y P_4 del palastro, y mantiene normalmente la

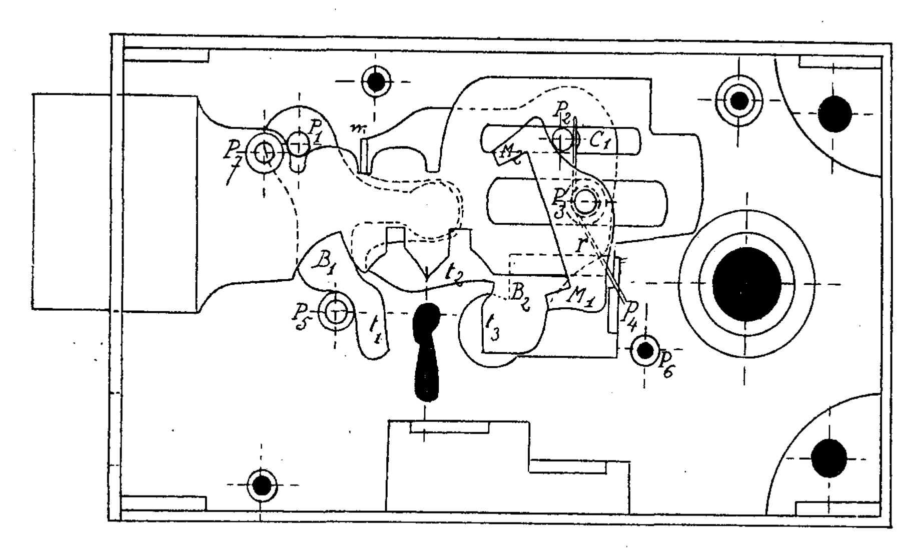


Fig. 1170.

pieza basculante B_2 en la posición del taloncillo m introducido en una muesca de la cola del cerrojo, es decir, que inmoviliza a éste.

El cerrojo va guiado en su carrera, por una parte por sus guías y por otra por el pie P_2 remachado al palastro y

atravesando la cola del cerrojo en una corredera C_1 (pie de corredera; fig. 1170).

Las cinco guarniciones, separadas dos a dos por una lengüeta, giran alrededor de un pie P_5 remachado al palas-

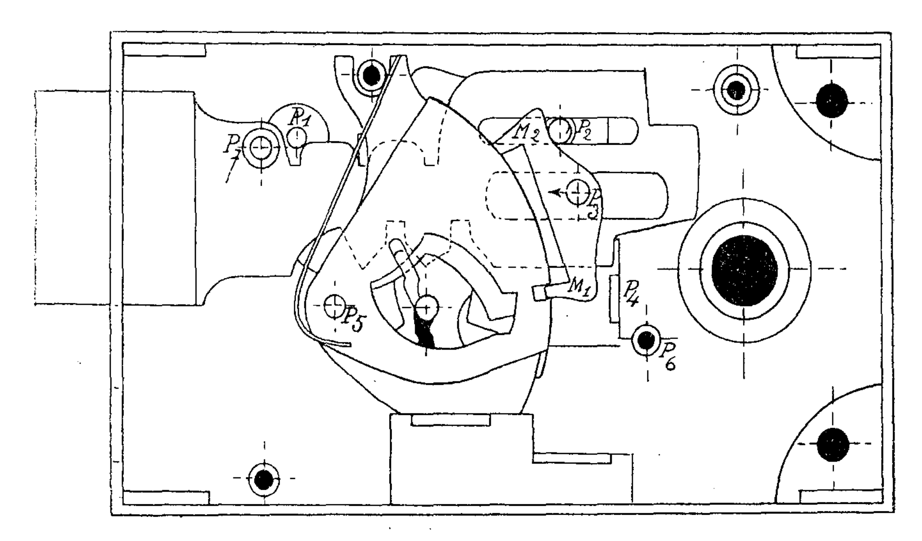


Fig. 1171.

tro de la cerradura (fig. 1171). Tienen uno o dos pasos según que la cerradura deba obedecer a una sola llave o a dos llaves (particular y maestra).

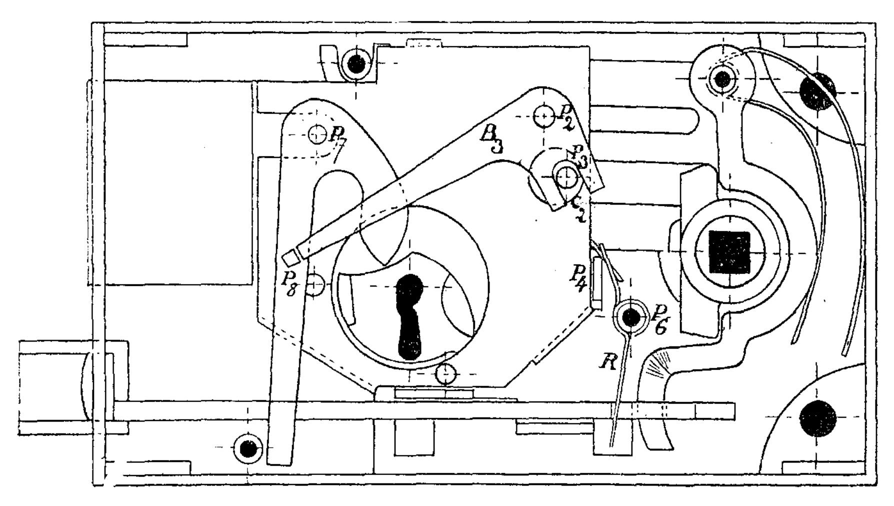


Fig. 1172.

La guarnición inferior lleva un pie del grueso necesario para servir de entretoesa entre el palastro de la cerradura y el juego de guarniciones.

La media vuelta, guiada en su movimiento por las guías del cerrojo y por dos patillas acodadas del palastro, está soli-

citada constantemente hacia la posición de cierre por un muelle espiral R arrollado alrededor del pie P_6 y apoyándose en P_4 (fig. 1172).

Para abrir, la llave obra sobre la media vuelta por medio de una escuadra de forma ordinaria que gira alrededor de un pie P_7 llevado por la cola del cerrojo; el pico de la escuadra, quedando así ligado al movimiento del cerrojo, no se aproxima lo bastante a la llave para ser atacado por ella más que cuando el cerrojo está completamente introducido.

Una pieza basculante B_3 gira alrededor del pie P_2, y su movimiento, solidario del movimiento de P_3 por una corredera C_2, tropieza normalmente contra un pie P_8 remachado sobre la escuadra e impide la apertura de la media vuelta. Cuando estas guarniciones son accionadas por la llave, el pie P_3 se traslada de derecha a izquierda, la pieza basculante B_3 escapa del pie P_8 y la apertura es desde entonces posible (media vuelta de seguridad).

La media vuelta puede ser también accionada por pasador y botón o por un tiradorcillo.

La llave puede entrar por los dos lados, y su paletón lleva nueve entalladuras simétricas, dos a dos con relación a la entalladura central.

Las cinco entalladuras del centro (3 a 7), variables según las cerraduras, obran sobre las guarniciones. Las otras cuatro entalladuras, siempre de la misma altura cualquiera que sea la cerradura, obran:

Las entalladuras extremas (1 y 9) una sobre las piezas basculantes B_1 y B_2 por los contactos t_1 t_2 t_3 (fig. 1169), la otra sobre la escuadra de la media vuelta. Las otras entalladuras (2 y 8) obran, a su vez, sobre las barbas de la cola del cerrojo, quedando una de ellas inactiva (2 u 8), según el sentido en el cual se hace entrar la llave.

Si la cerradura debe obedecer a una sola llave, cada guarnición no lleva más que un paso que corresponde, por lo general, al taloncillo inferior M_1.

Si se quiere que un grupo de cerraduras obedezca a una llave maestra, basta hacer en las guarniciones una segunda serie de pasos correspondiendo a M_2. Según la llave a la cual esté sometida la cerradura, el doble taloncillo gira entonces alternativamente alrededor de M_1 o de M_2, el otro taloncillo es entonces el que penetra en los pasos.

Siendo la distancia entre M_1 y M_2 superior a la diferencia de las elevaciones que corresponden a las entalladuras más alta y más baja, un paso de la primera serie no podrá nunca ponerse en coincidencia con otros pasos de la segunda serie o inversamente, bajo la acción de una llave cuyas entalladuras queden dentro de los mismos límites.

Con este sistema de doble taloncillo móvil no se disminuye la seguridad, lo que no dejaría de suceder si la cerradura fuese de un solo taloncillo.

El número de cerraduras que se pueden accionar por una misma llave maestra no está limitado más que por el número de llaves con entrada por los dos lados que se pueden construir con cinco entalladuras y el número n de alturas de entalladuras adoptado, o sea n^3 (en realidad $n^3 - 1$, deduciendo la llave maestra).

Si existen llaves de subgrupo, se podrán tener sin disminuir la seguridad:

1 llave universal y $n - 1$ llaves maestras de subgrupo actuando sobre uno de los taloncillos.

$n^3 - n$ llaves particulares actuando sobre el otro taloncillo.

Estas cifras permiten generalmente satisfacer a todas las necesidades, pues el número de subgrupos suele ser poco elevado.

En ciertas cerraduras, un *mecanismo eléctrico* accionado a distancia *enclava el movimiento de la cerradura* (Block-system Fontaine), y es necesaria una nueva intervención con nuevo contacto eléctrico para desenclavar el cerrojo de la cerradura que la llave podrá abrir desde entonces. Con

una cerradura ordinaria, hubiera sido preciso levantarse para cerrar la puerta, lo que no hubiera dejado de despertar la susceptibilidad del visitante frente a la sospecha de que hubiera sido objeto.

En otros casos, cuando la cerradura está fuera del alcance de la vista puede ser interesante, y a veces hasta indispensable, saber en cualquier momento si una puerta está cerrada o no. A este efecto existe un contacto eléctrico en la mortaja, de manera que una pequeña lámpara eléctrica colocada en un cuadro queda encendida cuando la puerta está abierta o simplemente empujada, pero se apaga cuando el cerrojo de la cerradura entra en su mortaja. Un conserje o vigilante nocturno tiene, pues, ante la vista la certeza del estado de apertura o de cierre de las puertas cuya vigilancia le está encomendada.

Además de los principios y órganos de seguridad que acabamos de exponer, se han inventado por los fabricantes o por los obreros, mecanismos ingeniosos llamados de *secreto*, algunos de los cuales no han conservado su valor como disposiciones de seguridad más que por el empleo restringido que se ha hecho de ellos, o por la posibilidad de modificar el secreto a capricho.

Son conocidos, por ejemplo, los botones contadores de cajas de caudales, con letras o cifras, que es necesario hacer girar hasta una posición dada para permitir el uso de la llave, posición que puede modificar uno mismo.

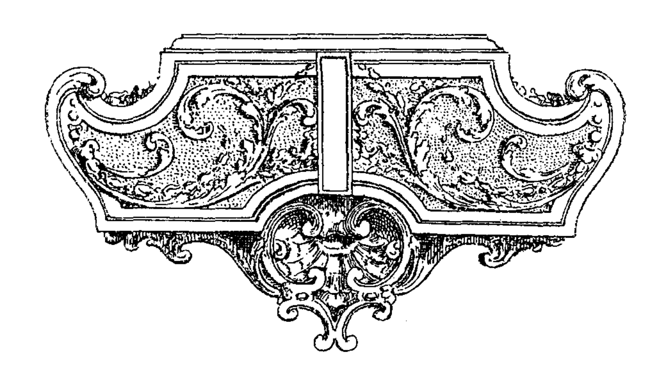
Se han hecho también tapaojos decorados, en los cuales era preciso mover una pieza o un adorno, entre otros muchos, para hacer aparecer el ojo que da paso a la llave.

Existen también cerraduras de trinquete; hay un cierto modo de hacer girar o de detener la llave, para accionar el cerrojo; una mano no advertida hace girar la llave, pero sin ejercer efecto sobre el cerrojo.

Se han hecho también botones de cerraduras que no funcionan más que tirando de ellos o empujándolos de cierto modo,

Pero todos estos sistemas de secretos, de los cuales existen, además, numerosas variantes, son de uso reducido y no constituyen más que curiosidades.

Señalemos, sin embargo, en esta categoría las cerraduras cuya *apertura total no puede efectuarse más que por varias personas* provista cada una de una llave diferente, y que solas no podrían abrir la cerradura. Esta disposición está en uso en los bancos y salas de juego, en los que es necesaria la presencia de varios cajeros para abrir la caja de caudales.



CAPÍTULO XV

Principales ensambles empleados en cerrajería

ENSAMBLES DE HIERROS LAMINADOS. — Ensamble de hierros en T con patillas. De hierros en T con platina remachada. De hierros en T con dos escuadras. De hierros en T con ala acodada. De hierros en T por muescas a medio hierro. De hierros en T con placas de unión. De los cabios sobre la limatesa. En ángulo de angulares. En ángulo de angulares con platina y escuadras de hierro o de fundición. Soldadura. Unión de las correas sobre una cercha. De los cabios a las carreras y correas. De hierros en T por cartelas dobles y simples. De crucetas. De paredes de canalón sobre la cercha. De esquina de canalón. De vértice de cubierta. Cubilete.
REMACHADOS. — Tabla de las proporciones y distancias entre remaches. Remachados estancos.

Presentándose a cada momento en el trabajo las mismas soluciones de uniones o ensambles, era imposible dar para cada caso un detalle completo; ello hubiera dado lugar a una repetición continua de los mismos procedimientos y de los mismos usos de trabajo.

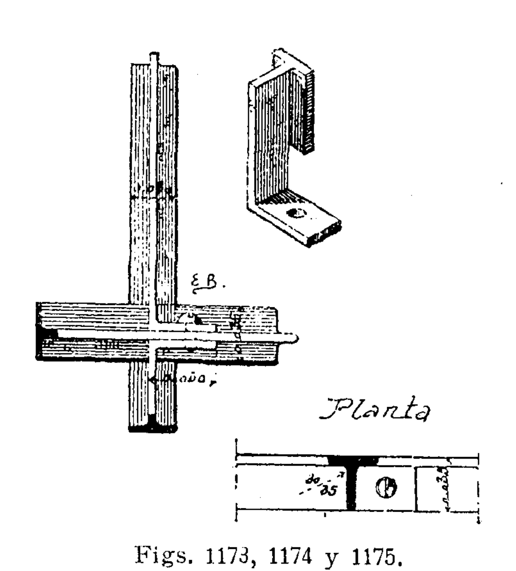
Para evitar estas repeticiones hemos reunido en un capítulo especial los diferentes casos corrientes que se aplican a todos los trabajos en general.

Ensambles de hierros laminados

ENSAMBLE DE HIERROS EN T CON PATILLAS ACODADAS

Esta unión (figs. 1173 y 1174), que es la más sencilla en realidad, se obtiene quitando al hierro el ala en una longitud

aproximada de 0,07 m., acodando después el alma del hierro T, aislada de este modo, en una longitud de 0,05 m., como lo indica el dibujo en perspectiva de la figura 1175.

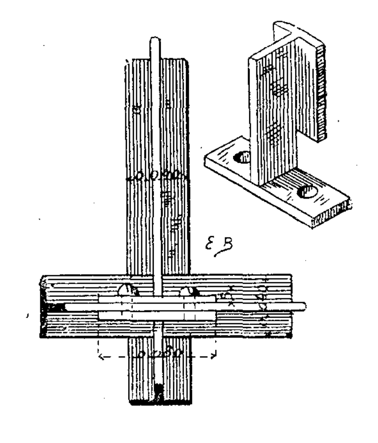


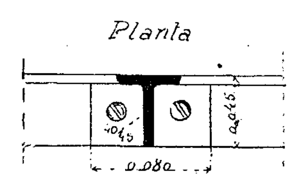
Figs. 1173, 1174 y 1175.

La reunión de las piezas en un trabajo de pequeñas dimensiones enteramente concluído en el taller se hace con remaches, pero cuando este trabajo a consecuencia de sus proporciones debe ser montado en su sitio, se efectúa la unión con tornillos. Se pueden emplear también en este caso pequeños remaches de acero muy suave que se recalcan en frío.

Ensamble de hierros en T con platina remachada

Para la unión indicada en las figuras 1176 y 1177, se quita, como en el caso precedente, el ala del hierro en una longitud igual a la anchura del hierro T al cual se le quiere ensamblar; se ha reservado de antemano en el nervio una espiga algo más larga que el espesor de la platina; ésta va provista de un agujero fresado que recibe la espiga que es en seguida remachada; este trabajo se ejecuta en frío con los hierros de pequeñas dimensiones.



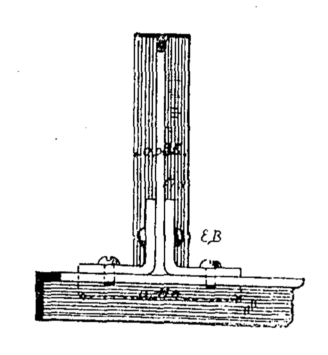


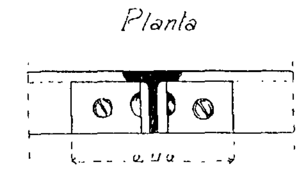
Figs. 1176, 1177 y 1178.

La figura 1178 representa en perspectiva el hierro T entallado, provisto de su platina y dispuesto para ser colocado.

ENSAMBLE DE HIERROS EN T CON DOS ESCUADRAS

Si se trata de un hierro T con otro de su misma clase, debe efectuarse el mismo corte del nervio como en la figura 1178, y las escuadras alojadas en el ancho del nervio; pero en el caso que describimos en las figuras 1179 y 1180 en que el hierro T viene a unirse a un angular entonces, se corta del todo; las dos escuadras de 0,007 m. de grueso tienen una anchura igual a lo que sobresale el nervio de las alas.



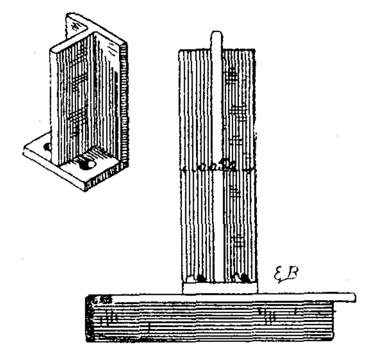


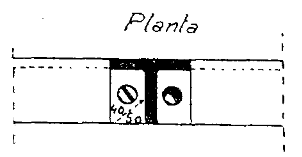
Figs. 1179 y 1180.

Las escuadras van remachadas, atornilladas o empernadas, atendiendo las mismas razones que antes hemos dicho, o bien remachadas sobre una de las piezas y atornilladas sobre la otra, según el modo que presente mayor facilidad para el montaje.

ENSAMBLE DE HIERROS EN T CON ALA ACODADA

Cuando el hierro T es de ala ancha y debe unirse a un angular, se puede cortar el nervio y replegar el ala formando patilla (figuras 1181 y 1182), lo que dará una superficie suficiente para practicar dos agujeros para tornillos o remaches (figura 1183).





Figs. 1181, 1182 y 1183.

Este procedimiento no es aplicable más que a un hierro de ala y nervio bastante anchos para que, replegado, se tenga el sitio para los tornillos o remaches.

ENSAMBLE DE HIERROS EN T POR MUESCAS A MEDIO HIERRO

Para las construcciones ligeras no sometidas a grandes esfuerzos que tiendan a moverlas, se puede emplear el medio que indicamos en las figuras 1184 y 1185.

Esta unión a medio hierro es invisible; parece que los dos hierros no forman más que uno y no constituyen más que una sola pieza; la figura 1185 representa los dos hierros separa-

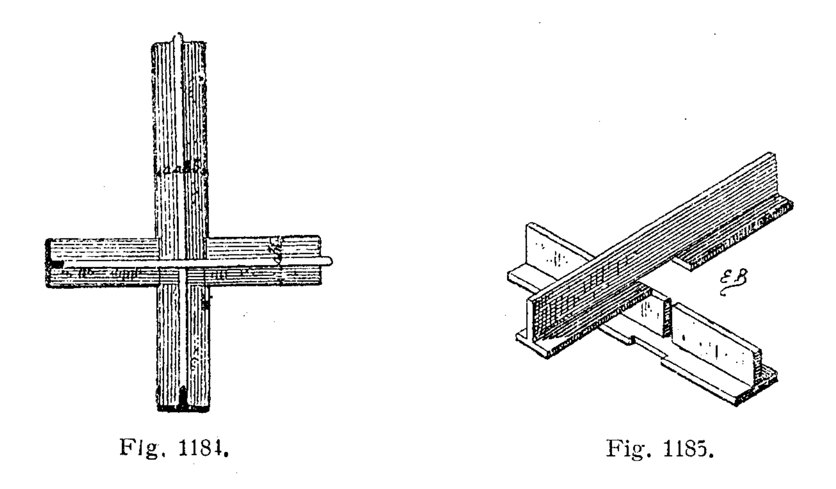


Fig. 1184. Fig. 1185.

dos, pero ya recortados; se ve que en el hierro superior el ala está cortada con arreglo a la anchura de la del otro hierro, mientras que en el inferior se ha cortado el nervio y se ha practicado una ligera muesca en las alas.

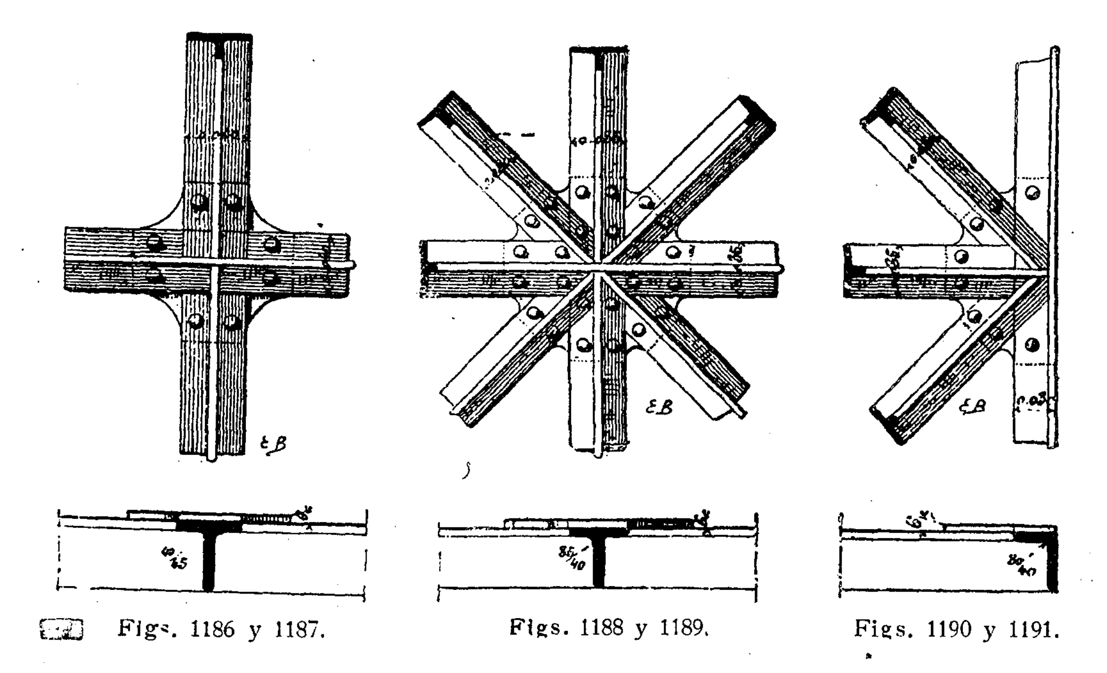
Es éste un trabajo de ajustador que debe ser hecho con una gran precisión; los cortes deben hacerse con cuidado, el hierro ha de recalcarse un poco para poderlo rebatir con unos ligeros golpes de martillo una vez colocados los dos hierros en sus muescas recíprocas.

ENSAMBLE DE HIERROS EN T POR MEDIO DE PLACAS DE UNIÓN

En las figuras 1186 y 1187 está representado el caso más sencillo, que es el de la unión de dos hierros. Uno de ellos está entero, el otro en dos piezas está cortado en su nervio como para la unión con escuadras, es decir, que se han cortado las

alas en una longitud igual al saliente del hierro sobre que viene a unirse; se colocan los hierros en su sitio y se fijan sobre una platina como está indicado en las figuras dichas.

Se comprende que este modo de unión no se limita, en cuanto al número de hierros que se han de reunir, más que



Figs. 1186 y 1187. Figs. 1188 y 1189. Figs. 1190 y 1191.

por el tamaño de la placa, que puede, por lo demás, hacerse tan grande como se quiera (figs. 1188 y 1189).

La unión sobre un marco de angular, caso que ocurre en una gran vidriera, por ejemplo, no presenta mayores dificultades; las figuras 1190 y 1191 indican una disposición para este caso.

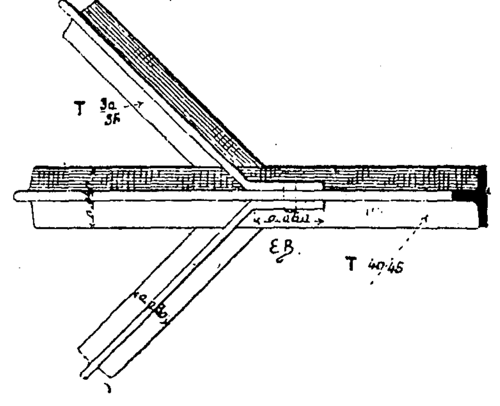


Fig. 1192.

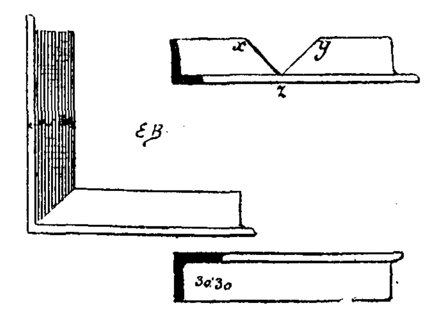
Ensamble de dos cabios sobre una limatesa

Con la única diferencia de que el corte del hierro y el ángulo de la parte acodada son oblicuos, esta unión es la misma que hemos dado en las figuras 1173 y 1174; sin embargo, al acodar la patilla deberá tenerse en cuenta la diferencia de pendiente entre la limatesa

y el cabio; será preciso, pues, cortar ligeramente esta patilla para que siente bien sobre las alas de la limatesa (fig. 1192); en una cubierta aparente o de cristales, por ejemplo, los cabios deberán encontrarse muy exactamente sobre la limatesa.

Doblado en ángulo de hierros angulares

En la construcción de marcos para cristales o en otras se puede obtener un codo de angular de una manera bastante sencilla (figs. 1193 y 1194).



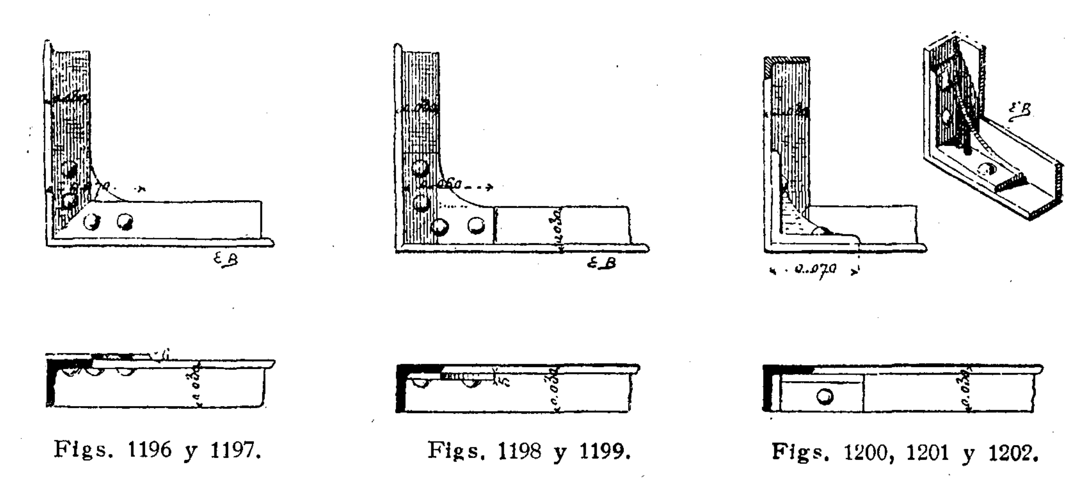
Figs. 1193, 1194 y 1195.

Se recorta en el angular en el sitio que se quiere acodar un triángulo x y z (fig. 1195), después se calienta esta parte y se cierra aproximando x a y, con lo cual queda hecho el codo.

Todavía hay, si se quiere, un medio de consolidar esta unión, que es la soldadura.

Ensamble en ángulo de angulares con platinas o escuadras de hierro o de fundición

El angular puede ser acodado como en el caso precedente o simplemente cortado a inglete a 45°; las dos partes



Figs. 1196 y 1197. Figs. 1198 y 1199. Figs. 1200, 1201 y 1202.

colocadas juntas (figs. 1196 y 1197) se reúnen por una platina exterior.

Es preferible la disposición indicada en las figuras 1198 y 1199; el angular es, asimismo, cortado a inglete, pero la platina colocada en el interior no trabaja solamente sobre los remaches como la exterior, sino que contribuye también por su forma al escuadrado, viniendo a apoyarse en el fondo de los angulares que debe reunir.

Se unen también los ángulos por medio de escuadras de hierro plano acodadas de plano, pero estas escuadras por su propia forma conservan una cierta flexibilidad o elasticidad que se evita empleando la escuadra con nervio, de fundición maleable; las figuras 1200, 1201 y 1202 indican su combinación y es fácil darse cuenta de la forma en la figura 1202; estas escuadras son de poco espesor.

Soldadura

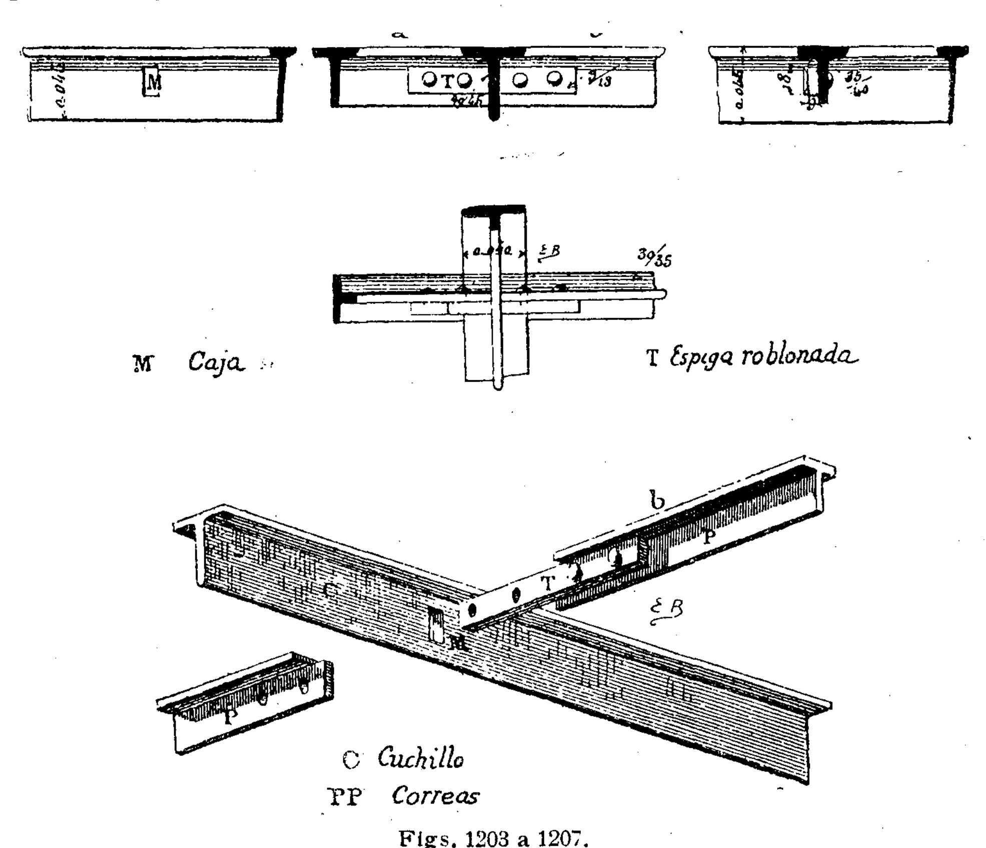
La unión por soldadura o los puntos de soldadura con el soplete oxhídrico o con la máquina eléctrica de soldar es un medio muy extendido hoy día para efectuar en el taller pequeñas uniones, tales como marcos para cristales o elementos forjados.

Ensamble de una correa sobre una cercha

La disposición de las figuras 1203 y 1204 ofrece grandes ventajas para el montaje; las figuras 1205 y 1206 representan la entalladura de paso y la espiga vistas de frente.

Las correas *a* y *b* van recortadas según lo pida la cercha o cuchillo, y la correa *b* lleva remachada sobre su nervio una pletina *T* que hace de espiga; esta última va provista de agujeros fileteados, y la otra correa *a* lleva agujeros de paso; en la cercha se ha preparado una mortaja *M*; se pasa por ella la espiga y se fija con tornillos la extremidad de la correa *a*.

La perspectiva caballera (fig. 1207) representa las piezas dispuestas para ser unidas.



Figs. 1203 a 1207.

UNIÓN DE LOS CABIOS A LAS CARRERAS Y CORREAS

La figura 1208 representa el apoyo de un cabio sobre una carrera; cuando la pendiente de los cabios es muy débil basta

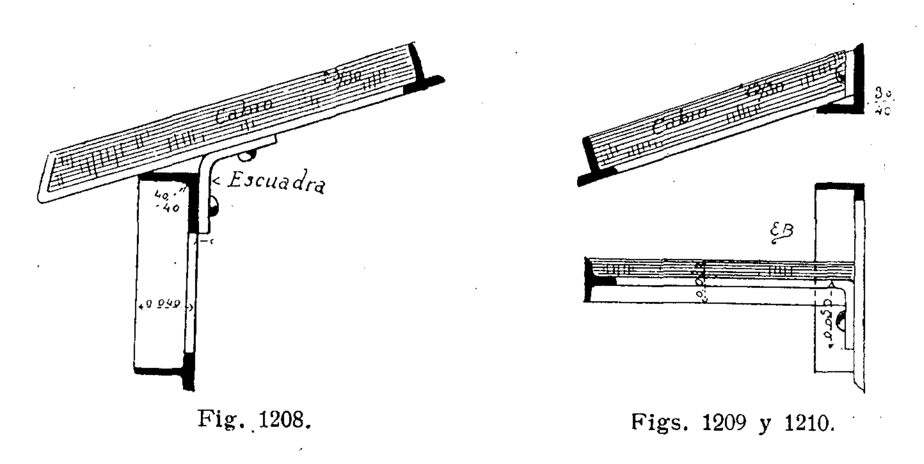


Fig. 1208. Figs. 1209 y 1210.

embarbillar ligeramente el cabio en el angular de la carrera, fijándolo por medio de un tornillo; en el caso que presentamos la unión está hecha por medio de una escuadra de ple-

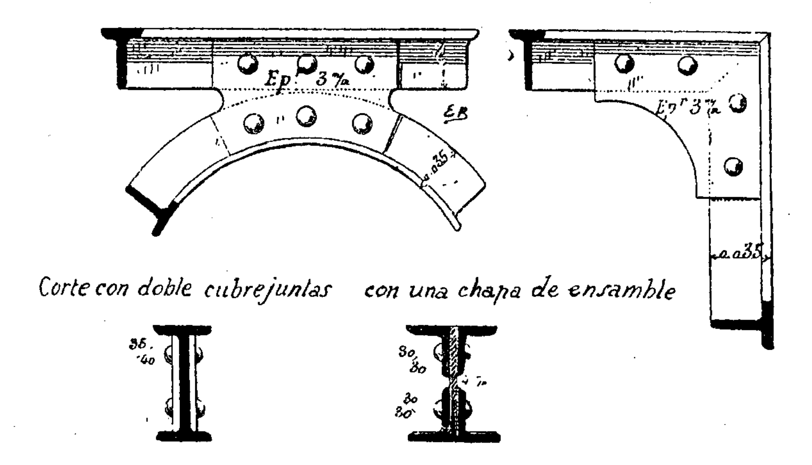
tina acodada con ángulo redondeado, remachada sobre el cabio con dos remaches, y fija al angular con dos tornillos.

Aprovechamos este ejemplo para hacer notar que el cabio está rebordeado en su extremo; es lo que se llama el *guardavidrio,* detención destinada a impedir que los vidrios se deslicen hacia afuera; el guardavidrio se obtiene cortando el nervio y levantando en caliente el ala, cuyos ángulos se redondean.

El ensamble a las correas se efectúa procediendo como para el primer ejemplo de este capítulo; el ala va cortada en una cierta longitud, el nervio acodado y dirigido hacia un lado para apoyarse en la correa (figs. 1209 y 1210).

Ensamble de hierros en T con cartelas dobles y sencillas

Si dos hierros T se presentan en una consola, por ejemplo, nervio contra nervio, se les une por medio de cartelas (figura 1211); las cartelas son placas de chapa que se adaptan



Figs. 1211 a 1214.

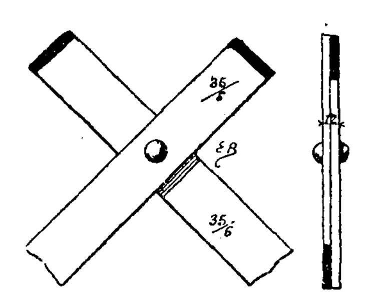
a los nervios por cada una de sus caras (fig. 1212); esta unión es muy buena, muy sólida y permite obtener piezas muy rígidas sin recurrir a las crucetas.

La figura 1213 representa la unión de ángulo, que está hecha exactamente como la anterior.

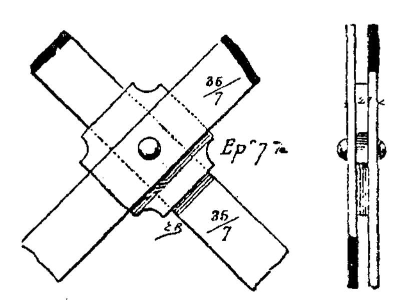
En el caso de una cartela sencilla, la vigueta, consola u otro objeto cualquiera, está formada por cuatro angulares que abrazan la cartela, como indica la figura 1214.

Uniones de crucetas

Las crucetas se unen en su encuentro por remachado (figuras 1215 y 1216); si están separadas se intercala un



Figs. 1215 y 1216.



Figs. 1217 y 1218.

relleno, como indican las figuras 1217 y 1218; los ángulos del relleno se vacían por una muesca, y algunas veces se decora la intersección de las crucetas con una roseta.

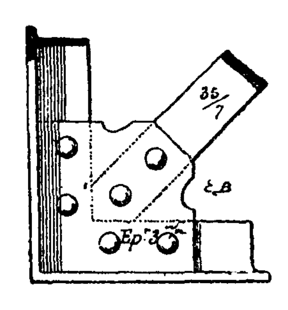
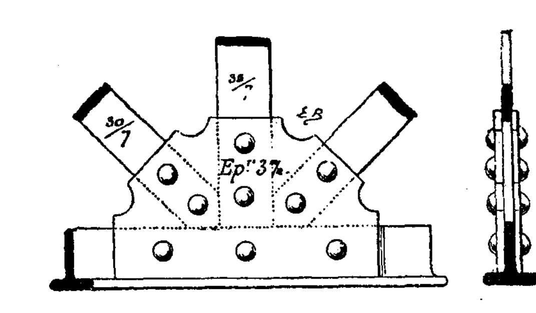


Fig. 1219.

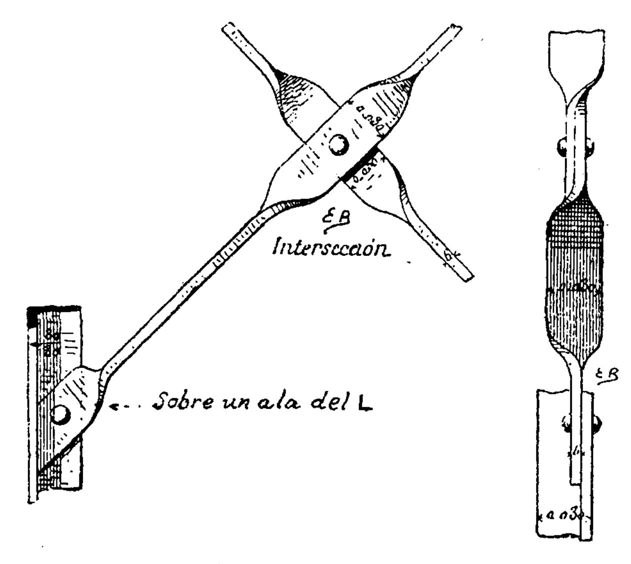


Figs. 1220 y 1221.

La unión por cartelas (figs. 1219, 1220 y 1221) es muy sólida y permite coger las crucetas con varios remaches.

El empleo de hierros retorcidos (figs. 1222 y 1223) puede ser bueno en el caso en que no necesitándose más que una débil resistencia se deba, sin embargo, tener en cuenta el aspecto; es posible entonces, decorando el remache con una roseta, obtener un efecto decorativo que no daría la cruceta ordinaria.

La figura 1224 supone la unión de las crucetas anteriores sobre una pletina; el hierro será, pues, simplemente acodado y remachado de plano.



Figs. 1222 y 1223.

La figura 1225 es una indicación de las dos maneras de fijar directamente las crucetas sobre los hierros T con uno o

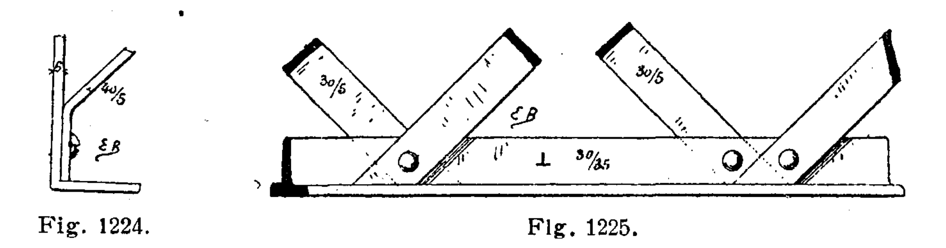


Fig. 1224. Fig. 1225.

dos remaches; las crucetas van colocadas a cada lado del nervio del hierro y remachadas en caliente.

UNIÓN DE LAS PAREDES DE CANALÓN A LAS CERCHAS

En las construcciones ligeras los canalones están formados por láminas armadas de angulares y decoradas con molduras y rosetas; las láminas empleadas varían de 0,120 a 0,250 m. para los costados y fondos, y los espesores varían desde 0,0025 hasta 0,005 m.

La pequeña cercha está compuesta con dos hierros T (figuras 1226, 1227 y 1228). Las cartelas que unen los dos hie-

rros van acodadas en forma de escuadra y oprimidas sobre

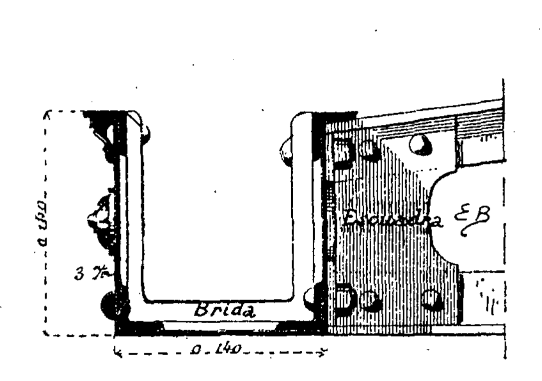


Fig. 1226.

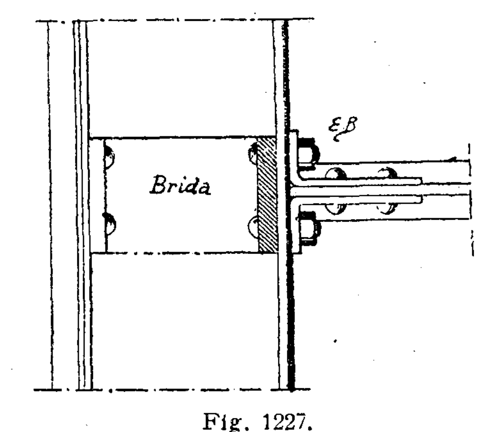


Fig. 1227.

el canalón con una fuerte brida, cuya misión es arriostrar éste y consolidar la unión.

Es conveniente multiplicar estas bridas en los canalones para impedir que se abran o volverlos a su posición cuando se han abierto en el remachado.

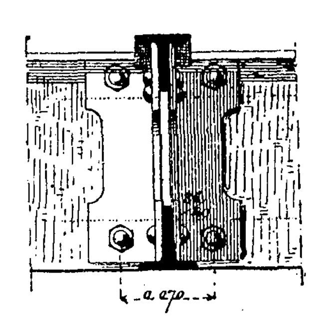


Fig. 1228.

ENSAMBLE DE ESQUINA DE CANALÓN

El ensamble de esquina de los canalones se efectúa por medio de placas *P* remachadas sobre forros; las placas y los forros están recortados en ángulo recto (figs. 1229 y 1230).

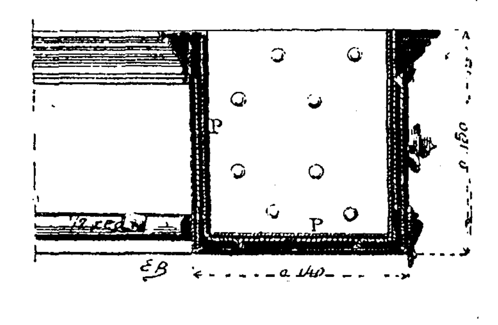


Fig. 1229.

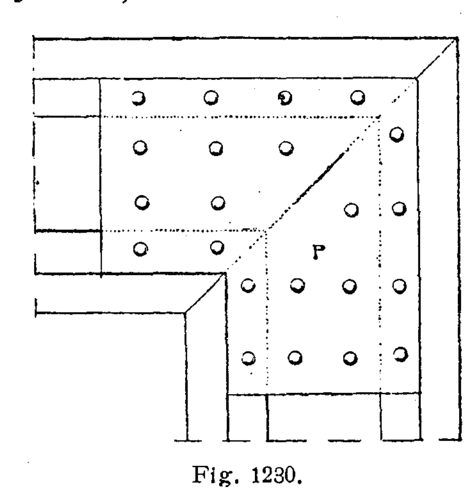


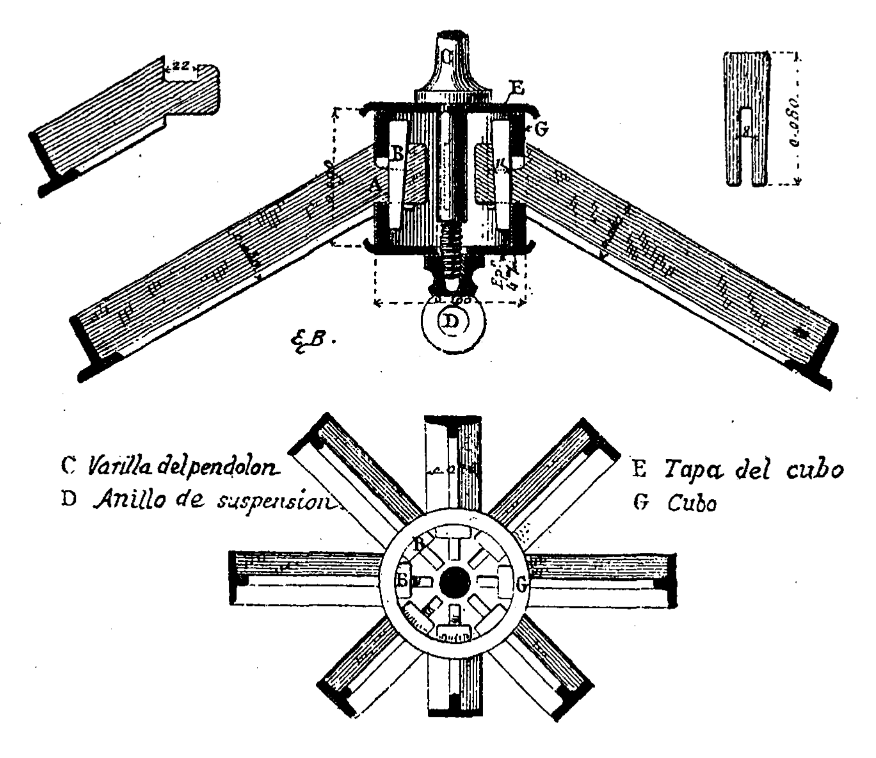
Fig. 1230.

Por la parte exterior todos los remaches que concurren a esta unión van fresados.

ENSAMBLE DEL VÉRTICE DE UNA CUBIERTA, CUBILETE

El ensamble en el vértice de un cono o de una pirámide puede hacerse por medio de una placa embutida en forma de cono, sobre la cual vienen a fijarse todos los cabios y pares, o mejor aún por medio del cubilete.

El cubilete que representan nuestros dibujos (figs. 1231 y 1232, en corte y planta) está compuesto de un anillo de pletina gruesa cuyas dimensiones varían según las escuadrías y el número de hierros que vienen a unirse a él.



Figs. 1231 a 1234.

Como se ve en la figura 1233, cada hierro está recortado en caliente en forma de gancho, penetra en una mortaja practicada en el anillo y es retenido en esta posición por una chaveta *B* (fig 1234) hendida y ligeramente adelgazada, que viene a acuñarse entre el gancho y la pared interna del cubilete.

Cuando a consecuencia de las escasas dimensiones o del número muy reducido de hierros que vienen a reunirse en el cubilete, el montaje resulta muy fácil, se reemplazan las chavetas por un segundo anillo, cuyo diámetro exterior es igual al diámetro interior del cubilete propiamente dicho, que enchaveta a todos los hierros a la vez.

El cubilete va, de ordinario, cerrado por arriba y por abajo por dos placas rebordeadas o tapones que se encuentran apretados por la barra del pendolón, como se ve en la figura 1231, que es un corte vertical según el eje de la pieza.

Recomendamos para todos los ensambles tener cuidado de embadurnar con minio todas las partes de los hierros que se encuentran en contacto, a las que no podría llegar la pintura después del montaje.

Remachados

REMACHES QUE HAY QUE EMPLEAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE HIERROS ENSAMBLADOS

Angulares		Remaches		Cabezas de los remaches				Distancia de eje a eje entre remaches
Anchura de las alas	Distancia del eje del remache a la cara externa del ala	Diámetro	Sección	Diámetro	Saliente	Radio	Peso de 100 cabezas	
mm.	mm.	mm.	mm²	mm.	mm.	mm.	Kg.	mm.
35 × 35	20	8	50	13	4,8	6,9	0,45	50 a 60
40 × 40	22	10	78	17	6,0	8,6	0,85	60 » 70
45 × 45	25							
50 × 50	28	12	113	20	7,2	10,3	1,47	70 » 80
55 × 55	30							
60 × 60	33	14	154	23	8,4	12,0	2,00	80 » 90
65 × 65	36							
70 × 70	40	16	201	27	9,6	13,7	3,00	90 » 100
75 × 75	42							
80 × 80	45	18	254	30	10,8	15,5	4,28	100 » 120
85 × 85	48							
90 × 90	50	20	314	33	12,0	17,2	5,86	120 » 140
95 × 95	53							
100 × 100	55							

Remachados estancos

Para obtener canalones estancos se intercala entre las partes que se han de remachar una hoja de papel bien impregnada de minio o de cerusa, y se aproximan los remaches para que su distancia de eje a eje sea igual a 3,5 veces aproximadamente su diámetro; es el medio que se emplea para los recipientes, depósitos de agua en los ténderes, etc.



CAPÍTULO XVI

Elementos geométricos

TRAZADO de las principales líneas empleadas en la construcción de los croquis de cerrajería.
MONTEAS. — Cilindro truncado. Limatesas y limahoyas. Zancas de escaleras. Medida de los cuerpos. Superficies y volúmenes.

Elementos geométricos y trazados de montea

Estos elementos no contienen más que las nociones absolutamente indispensables para trazar las monteas especiales de la cerrajería.

LEVANTAR UNA PERPENDICULAR EN EL PUNTO MEDIO DE UNA RECTA DADA (fig. 1235)

Desde las extremidades A y B de la recta dada, con una abertura de compás mayor que la mitad de la línea AB, se

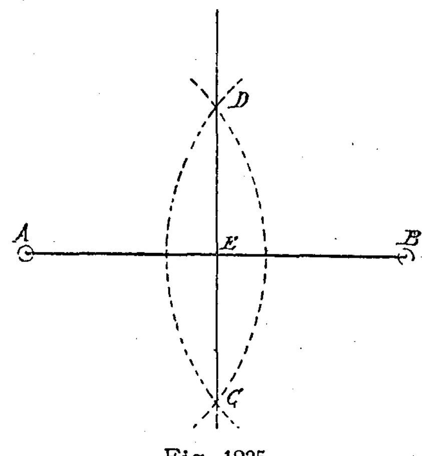


Fig. 1235.

describen arcos del mismo radio que se cortan en D y C, y se traza la recta DE, que es la perpendicular.

Cuando el trazado se ha de efectuar con grandes dimensiones o sobre el terreno, puede emplearse un alambre para trazar los arcos y unas cuerdas para marcar las líneas.

Levantar una perpendicular en un punto dado sobre una recta (fig. 1236)

Desde el punto C se toman, a derecha y a izquierda, las dos distancias iguales CA, CB; después, desde los puntos A y B se describen dos arcos del mismo radio, cuyo punto de intersección es el D. La recta DC es la perpendicular pedida.

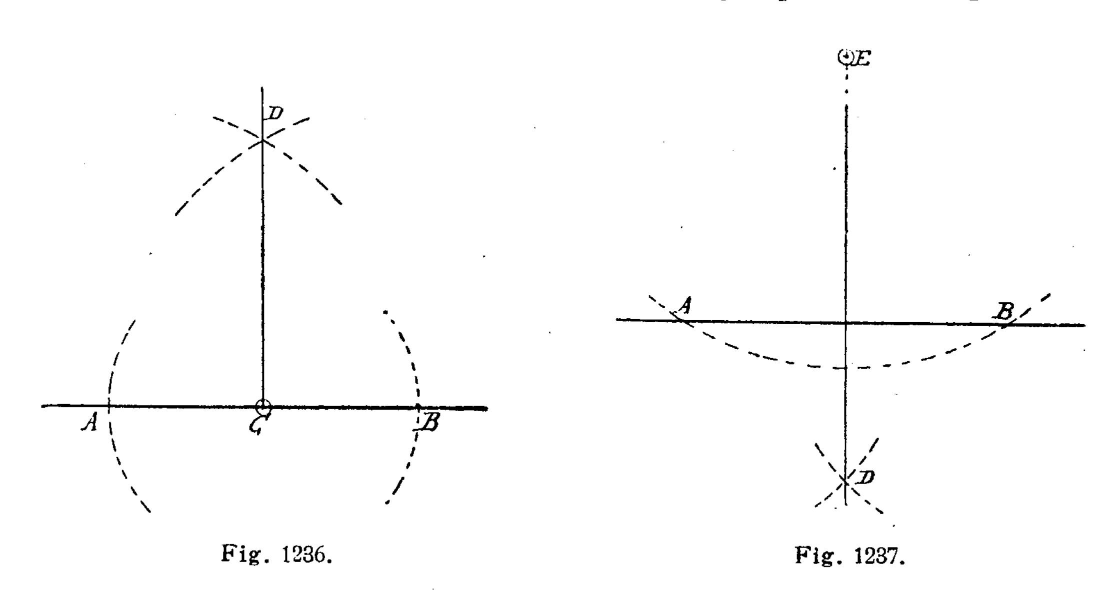


Fig. 1236. Fig. 1237.

Trazar una perpendicular a una recta por un punto dado fuera de ella (fig. 1237)

Llamando E al punto dado, se describirá con un radio suficientemente grande un arco que corte a la recta en dos puntos A y B; desde estos dos puntos se describen otros arcos que se cortarán en D; la línea ED es la perpendicular.

Trazar una perpendicular a una recta por un extremo de ella

Se pueden emplear cuatro medios distintos que vamos a describir:

1.° El primero (fig. 1238) consiste en prolongar la línea *AB* hasta *C*; es, pues, absolutamente el mismo caso que el representado en la figura 1236.

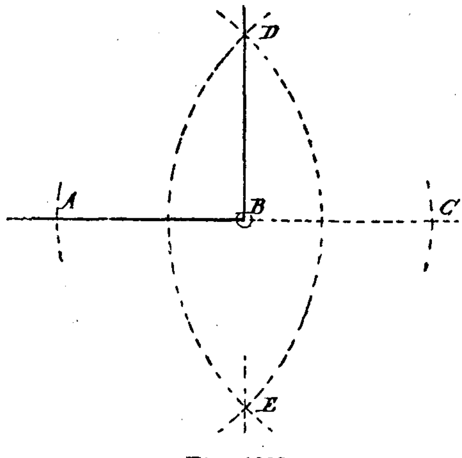


Fig. 1238.

2.° Se toma un radio cualquiera *BC* (fig. 1239); desde el extremo *B* se describe el arco *CD*; desde el punto *D* con el mismo radio se describe un arco que pasa por *E*; se unen los puntos *C* y *D* por una recta que se prolongará hasta encon-

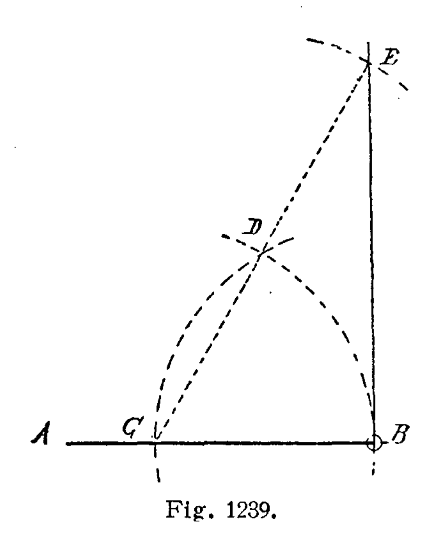


Fig. 1239.

trar el arco en *E*; después se trazará la línea *BE*, que es la perpendicular.

3.° Tomando un punto cualquiera *C* por encima de la recta dada (fig. 1240), se abre el compás hasta que la otra punta pase por *B* y se describe un circunferencia *EBD*. Desde el punto *D* se trazará una recta que pase por *C* pro-

longándola hasta *E*, lo que nos dará el diámetro del arco; el punto *E* en que el diámetro encuentra el arco indica el paso de la perpendicular.

4.° Se puede también obtener una perpendicular sobre un punto dado en el extremo de una recta, de la manera siguiente (fig. 1241):

Tomando por base una línea de 3 m. de longitud desde *A* hasta *B*, se trazan, tomando *A* y *B* como centros, dos arcos, uno de 4 m., y el otro de 5 m. de radio.

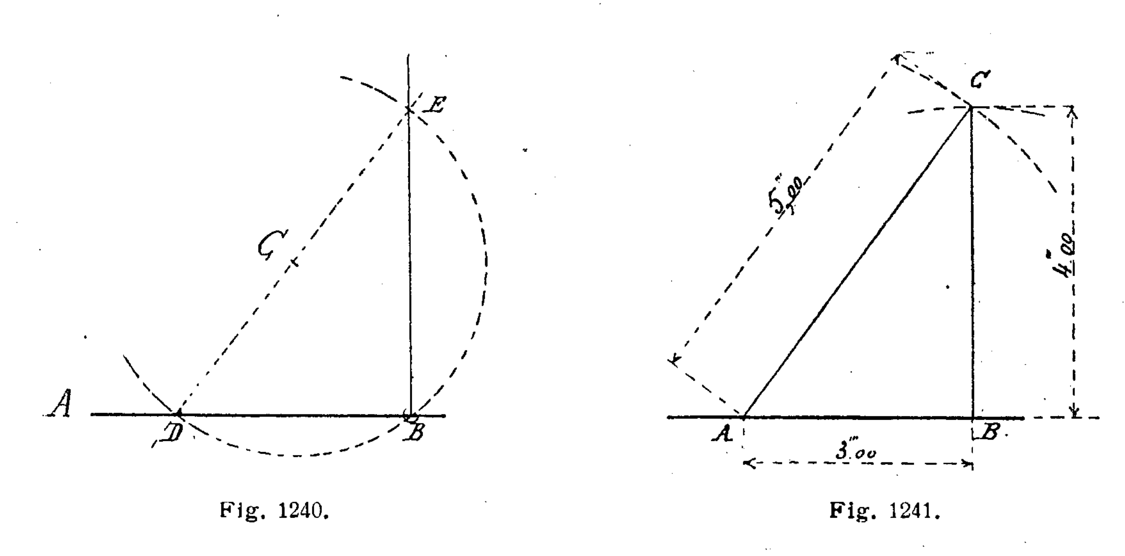


Fig. 1240. Fig. 1241.

El punto *C* en que se encuentran estos arcos, unido con el punto *B*, dará la perpendicular.

Este procedimiento, llamado del *triángulo egipcio,* se funda en que en el triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos. En efecto:

$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

Estos tres últimos medios son especialmente útiles cuando hay que trazar una perpendicular en un punto dado y existe cualquier impedimento para prolongar la línea.

Trazar una paralela a una línea recta (fig. 1242)

Si se conoce la distancia de una paralela a otra, basta tomar esta misma dimensión con el compás y partiendo de

dos puntos *C* y *D* colocados arbitrariamente sobre la línea *AB*, describir dos arcos de círculo; los puntos de tangencia reunidos darán la paralela. Los puntos de tangencia se encuentran sobre las perpendiculares trazadas a *AB* por *C* y *D*.

Otro medio (fig. 1243) es tomar un punto *E* sobre la línea *AB*, sirviéndose de él como centro, trazar con un radio

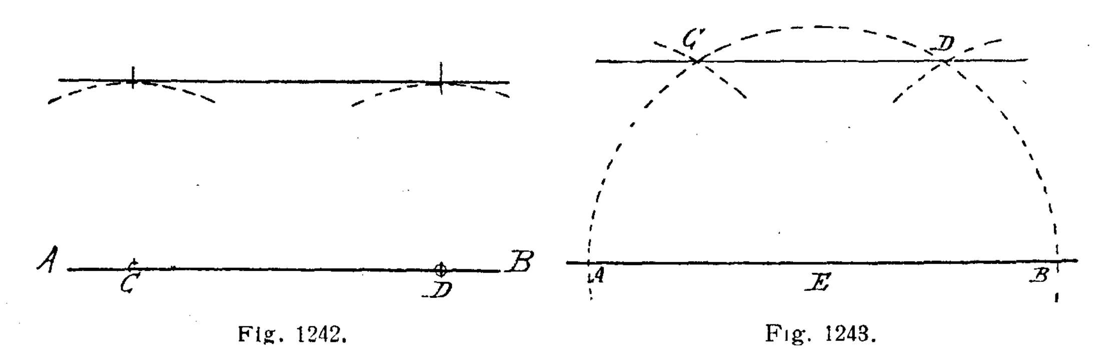


Fig. 1242. Fig. 1243.

arbitrario una semicircunferencia, y tomando una distancia cualquiera *AC* se marca el punto *C*; con la misma abertura partiendo del punto *B* se marca el punto *D*.

Una recta que pase por *C* y por *D* es paralela a la *AB*.

Dividir una línea recta en partes iguales (fig. 1244)

Por el extremo *A* de la recta dada *AB* se traza una oblicua cualquiera; sobre ésta se llevan con el compás un

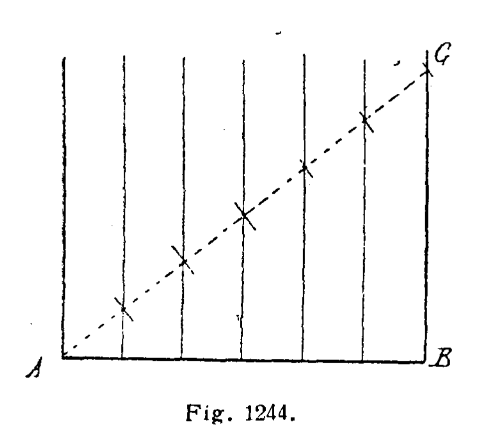


Fig. 1244.

número de divisiones igual al que se quiere obtener sobre *AB*; unir el extremo de la última división con *B* y trazar paralelas a *BC* que pasen por los demás puntos. Estas líneas dividirán a *AB* en partes iguales.

Dividir un ángulo en dos partes iguales (fig. 1245)

Desde el vértice del ángulo P descríbase un arco GE; desde los puntos G y E descríbanse dos arcos que se corta-

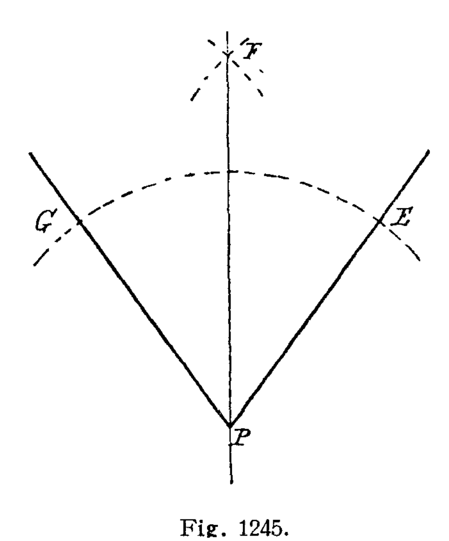


Fig. 1245.

rán en F, y trácese la recta FP o bisectriz que divide el ángulo en dos partes iguales.

Dividir una circunferencia en un cierto número de partes iguales (fig. 1246)

Tomando como base un diámetro, y trazándole una perpendicular que pase por el centro, tendremos así la circunferencia dividida en cuatro partes iguales; si continuamos dividiendo los cuatro ángulos en otros dos iguales de la manera indicada en la figura 1245, obtendremos la división en ocho, y así sucesivamente en dieciséis, treinta y dos, etc., partes iguales.

Si tomamos sobre la circunferencia una abertura de compás igual al radio del círculo, tendremos la división en seis partes iguales (fig. 1247); tomando dos de estas partes sucesivas resultará la circunferencia dividida en tres partes; si cada una de las partes anteriores se divide en dos, en

cuatro, en ocho, se obtiene la dozava, la veinticuatroava parte, etc.

Las otras divisiones se harán con el transportador; ejemplo:

Si se quieren obtener cinco partes iguales se dividirá el círculo en ángulos de 72°; si en diez partes, en ángulos de 36°; si en quince partes, en ángulos de 24°, etc.

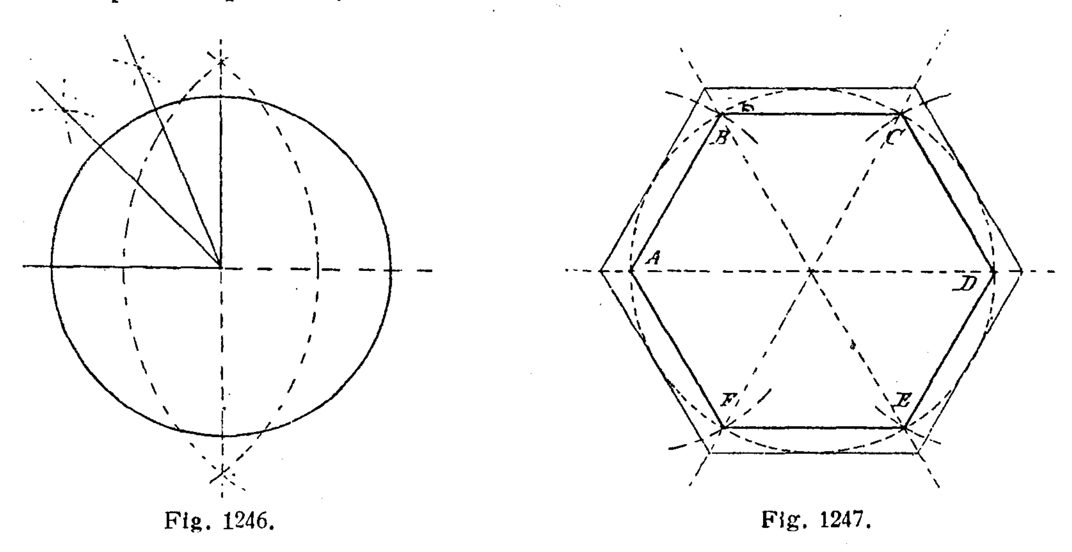


Fig. 1246.

Fig. 1247.

INSCRIBIR EN UN CÍRCULO UN HEXÁGONO REGULAR (fig. 1247)

Dividir con el transportador en ángulos de 60°.

También puede efectuarse llevando sobre la circunferencia seis veces el radio, y uniendo los puntos por las cuerdas *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, *EF*, *FA*.

CONSTRUIR UN OGTÓGONO REGULAR PARTIENDO DE UN CUADRADO

Trazar las diagonales, desde el centro dado por la intersección de estas líneas trazar el círculo inscrito, levantar perpendiculares a las diagonales en el punto en que encuentran a la circunferencia y quedará así construído el octógono regular.

O también (fig. 1248), estando construído el cuadrado *ABCD*, trazar las diagonales *AC* y *BD*; desde sus extre-

mos *A*, *B*, *C*, *D*, con un radio igual a la mitad de la diagonal describir los arcos *EH*, *FK*, *GJ*, *IL* y unir *L* con *E*, *F* con *G*,

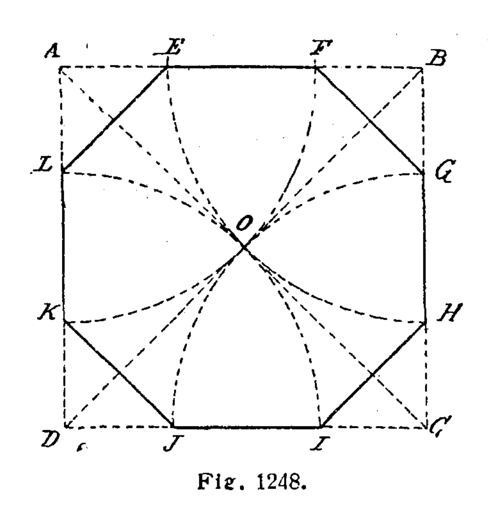


Fig. 1248.

H con *I* y *J* con *K*; el octógono regular queda así también trazado.

TRAZAR LA ESPIRAL PARTIENDO DE UN CUADRADO (fig. 1249)

Trazar las líneas *AH*, *EB*, *CD*, *GF*, que son las prolongaciones de los lados del cuadrado *AECG*. Tomando el punto *A* como punto de partida se traza un cuadrante *Ea*;

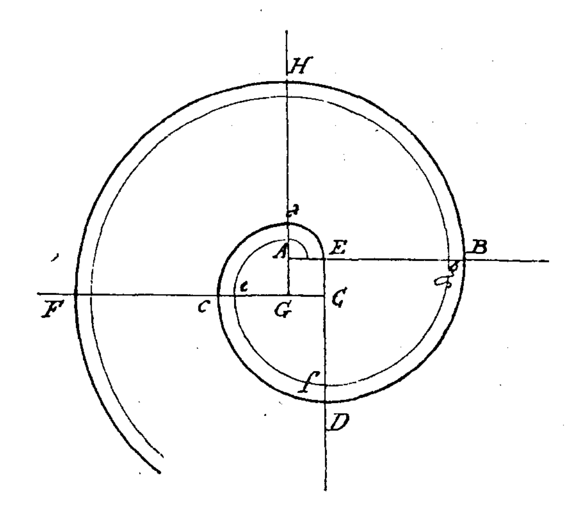


Fig. 1249.

desde el punto *G* con la misma abertura aumentada en el lado del cuadrado se traza el arco *ac*; desde el punto *C* aumentando asimismo la abertura se describe otro arco *cD*: final-

mente, desde el punto *E* abriendo también más el compás se traza el arco *DB*, y así sucesivamente.

Representamos en *e*, *f*. *g*, una espiral paralela que puede ser trazada al mismo tiempo que la primera teniendo los mismos centros.

Trazar un óvolo sobre una recta dada (fig. 1250)

Sobre una recta dada como diámetro describir una semicircunferencia *AEB*, levantar en el centro una perpendicular *ED* y trazar las líneas rectas *AG*, *BF*. Desde el centro *A* describir un arco *GB* y desde el centro *B* otro arco *AF*, unir después los puntos *F* y *G* por un arco *FG*, cuyo centro es *D*, y queda así trazado el óvolo.

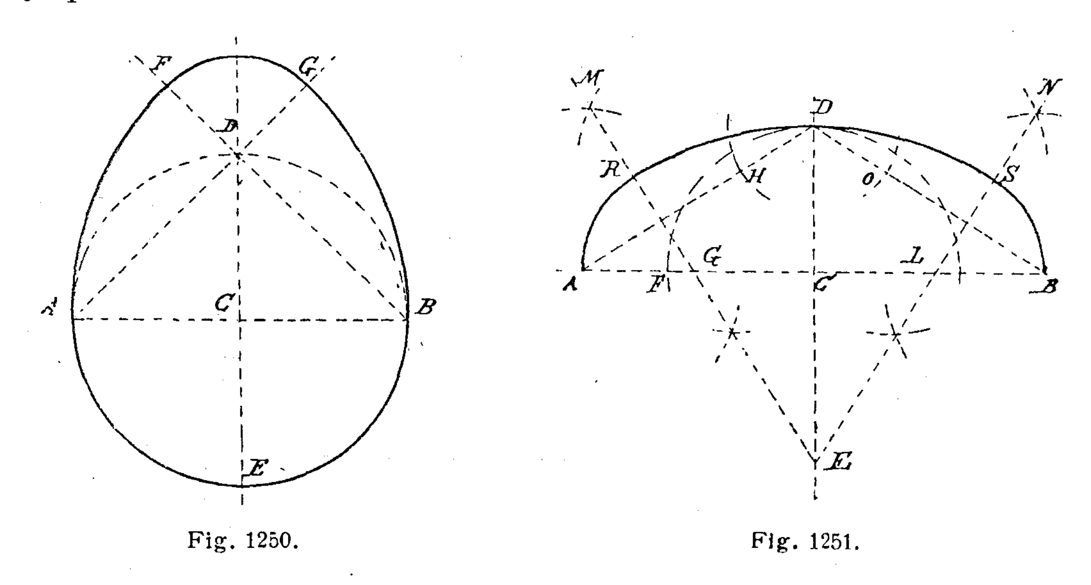


Fig. 1250. Fig. 1251.

Trazar el asa de canasto conociendo su altura y su base (fig. 1251)

Levantar perpendicularmente sobre el centro de la base *AB* la altura *CD*; unir *A* con *D* y *B* con *D*: llevar la distancia *CD* a *CF*, y la distancia *AF* a *DH* y *DO*; levantar después las perpendiculares *GM* y *LN* que pasan por los puntos medios de *AH* y *BO*, se encontrarán en el punto *E* sobre la línea *CD* prolongada; desde los puntos *G* y *L* descríbanse los arcos *AR*, *BS*, y desde el punto *E* el arco *RDS*.

Trazar un óvalo tangente a los lados de un rombo (fig. 1252)

Dado el rombo *ACBD* trácense las diagonales *AB*, *CD*; en el centro de los lados levántense las perpendiculares *HK*,

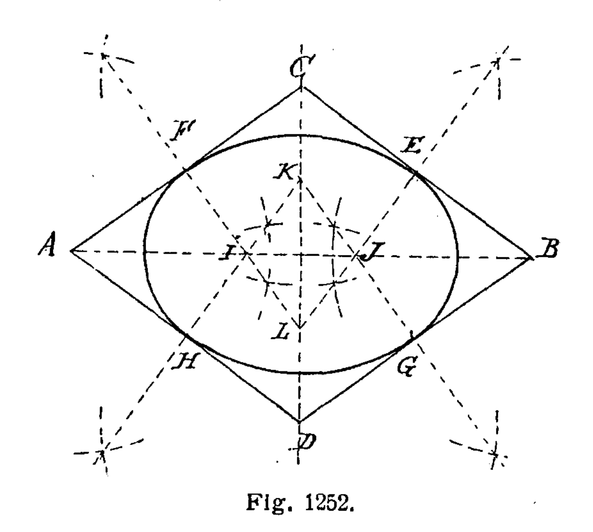


Fig. 1252.

GK, *EL*, *FL*; desde los puntos *I* y *J* descríbanse los arcos *HF*, *EG*, y desde los puntos *L* y *K* los arcos *FE*, *HG*.

Trazar una elipse por puntos (fig. 1253)

Se suponen conocidos los ejes de la elipse, es decir, que se tienen sus dos dimensiones máximas en longitud y en anchura; sobre la línea *AB* y en el punto medio se traza una perpendicular que será el eje menor; después se trazan dos circunferencias cuyos diámetros sean iguales respectivamente a las longitudes de cada uno de los ejes.

Hecho esto, se divide el ángulo por radios trazados, arbitrariamente, pero tanto más próximos cuanto más cerca nos encontremos del eje mayor, y sobre cada una de estas líneas se efectúa la siguiente operación:

Desde el punto en que la línea *OD* encuentra a la circunferencia menor se traza una paralela al eje mayor desde *C* hacia *E*, y desde el punto *D* en que la línea oblicua encuentra

la circunferencia mayor se traza una paralela al eje menor

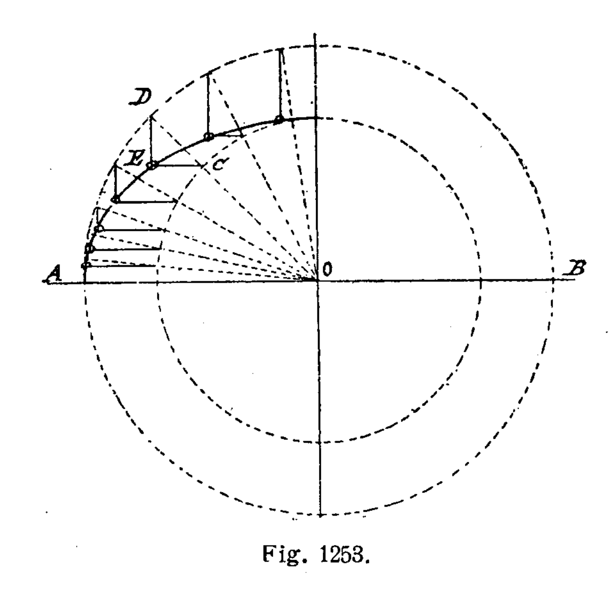


Fig. 1253.

desde D hacia E; la intersección E de estas dos paralelas es un punto de la elipse.

TRAZAR LA ELIPSE VALIÉNDOSE DE SUS FOCOS (fig. 1254)

Trácense los dos ejes recíprocamente perpendiculares en su punto medio, resultando así las líneas AB y DG; desde el extremo D del eje menor y con una abertura de compás igual

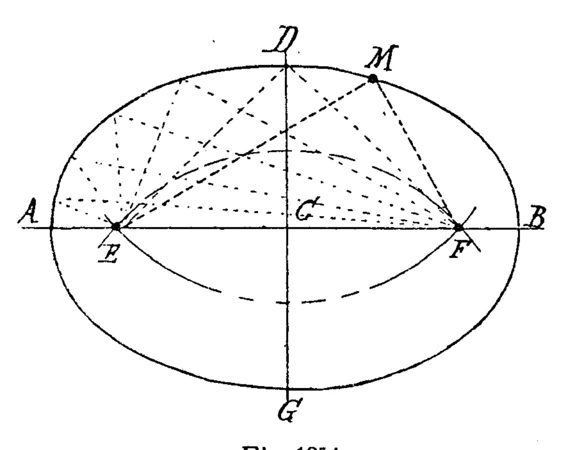


Fig. 1254.

a la mitad AC del eje mayor, trácese un arco, cuyos puntos de intersección con el eje mayor nos darán los focos; se toma en seguida un hilo o una cuerda cuya longitud sea igual al eje mayor, se fijan sus extremos en los dos focos E y F: se

coloca después una punta en M, en el ángulo que forma la cuerda, y se describe la elipse haciendo resbalar la punta M por la cuerda perfectamente tirante.

Este es el procedimiento llamado «del jardinero».

TRAZAR LA ELIPSE VALIÉNDOSE DE UNA REGLA O DE UNA TIRA DE PAPEL (fig. 1255)

Después de haber trazado los ejes como en los casos precedentes se marcan sobre una regla los dos semiejes, desde B a C el semieje mayor y desde C a A el semieje menor, y se traslada la regla de modo que el punto A recorra el eje mayor y el B el menor, marcando las posiciones que va tomando el punto C, posiciones que unidas nos darán la elipse.

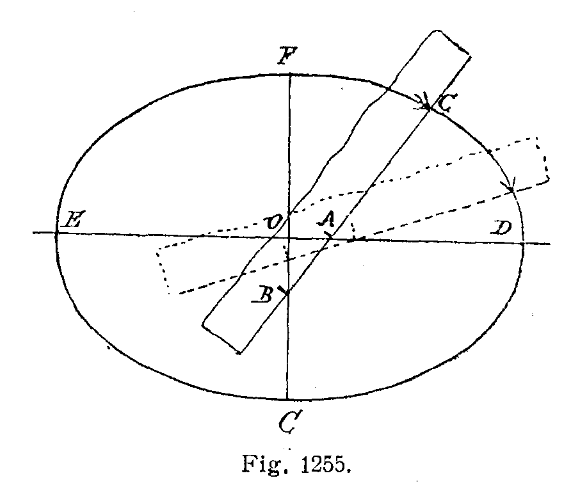


Fig. 1255.

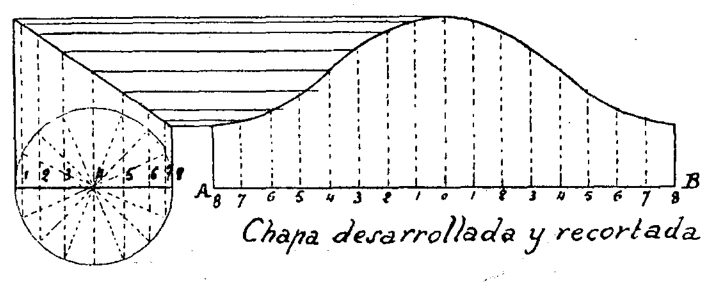
Se ha dado a este procedimiento una forma más mecánica valiéndose de dos reglas formando una cruz con un canal ranurado en el centro, una barra que lleva dos puntas, cuya separación puede regularse, y un lápiz o una punta de trazar; es exactamente el mismo procedimiento anterior.

OBTENER EL PATRÓN DE UNA CHAPA CON LA QUE SE HA DE CONSTRUIR UN CILINDRO TRUNCADO SEGÚN UN ÁNGULO CUALQUIERA (figs. 1256 y 1257)

Conocidos el diámetro del cilindro y el ángulo del corte, se dibujará aquél en proyección horizontal y vertical (figu-

ra 1256), después de lo cual se divide la circunferencia en un cierto número de partes iguales, 16 por ejemplo, y se llevan estos puntos a la proyección vertical.

Después de haber calculado la longitud de la circunferencia de la base del cilindro, es decir, después de haber multi-



Figs. 1256 y 1257.

plicado su diámetro por 3,1416 se lleva esta dimensión sobre una línea *AB*, y se la divide en el mismo número de partes iguales en que se ha dividido la circunferencia, o sea 16 para el caso que nos ocupa y que se numerarán como está indicado.

Sobre cada punto de división se levanta una vertical, y sobre ella se toma la altura indicada en la proyección vertical según los números.

Así, el punto más alto es *0* y el más bajo *8*; reuniendo los puntos se obtiene una línea, que es el corte buscado.

Obtener el desarrollo de un cono o de un tronco de cono (fig. 1258)

Supongamos que la forma *AA' BB'* es la proyección vertical del tronco de cono, *AB* es el diámetro del círculo de la base mayor y *A' B'* el de la base menor.

Prolónguense los lados *AA'*, *BB'*, hasta *S*, descríbase una circunferencia que tenga por centro el punto *S* y que pase por *A* y *B*.

Calcúlese la longitud de la circunferencia que corresponde al diámetro *AB*, y tómese esta longitud sobre la circun-

ferencia trazada, desde *a* hasta *b*, únanse estos puntos con el centro y se tendrá el desarrollo del cono.

Para el cono truncado basta hacer pasar un arco por *A' B'* teniendo el punto *S* como centro.

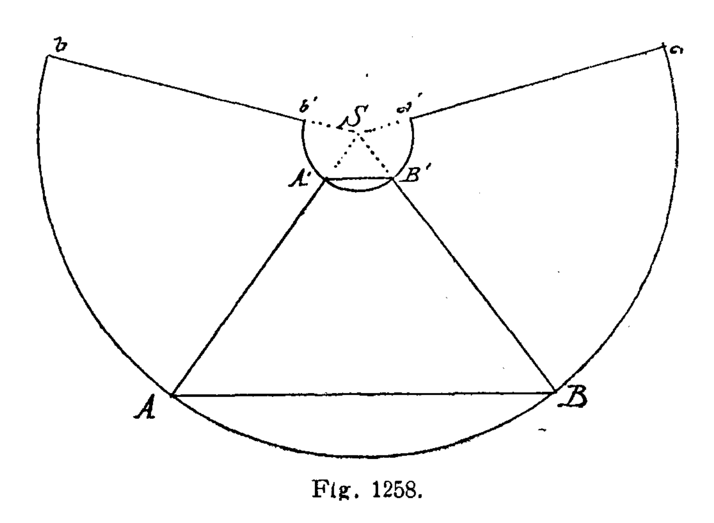
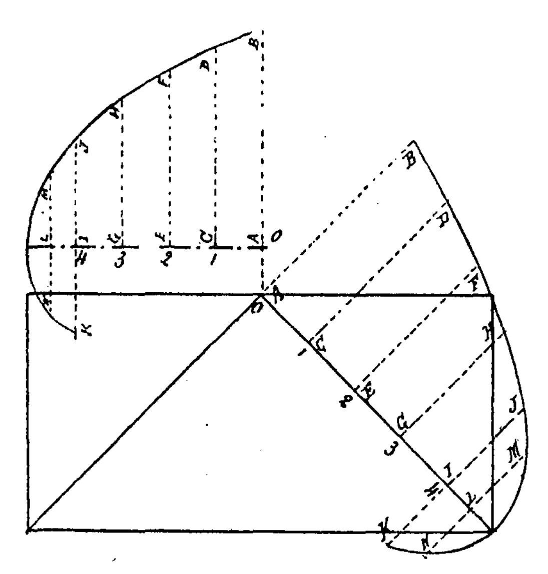


Fig. 1258.

En este trabajo, lo mismo que para el desarrollo del cilindro, es necesario reservar material para la costura; es preciso, pues, dejar en *bb'* y en *aa'* una cierta cantidad de metal.

Abatir las limatesas, limahoyas, etc. (figs. 1259 a 1264)

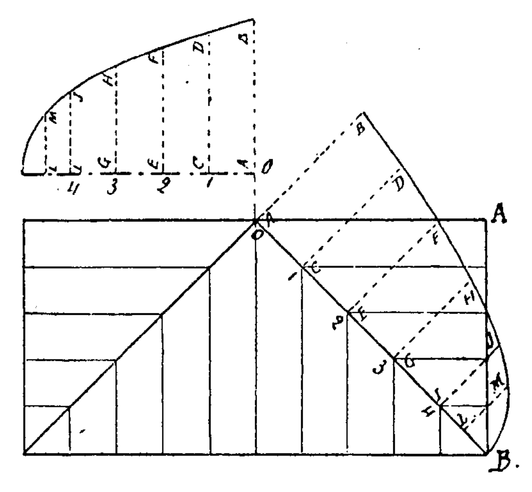
Estos tres casos no son más que variedades de forma;



Figs. 1259 y 1260.

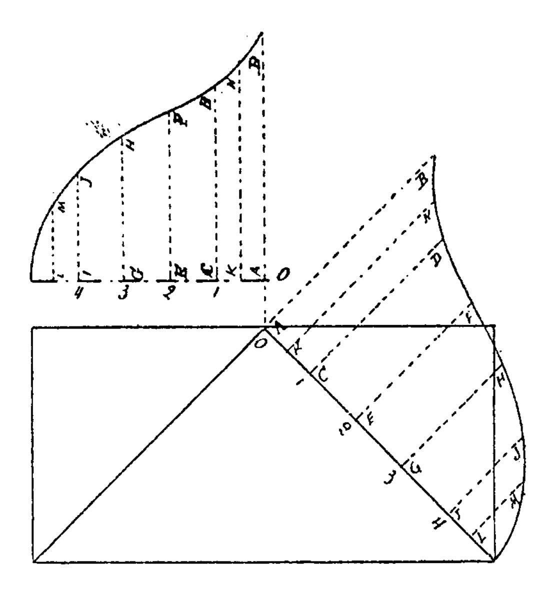
los procedimientos de abatimiento son los mismos; tomaremos, pues, como ejemplo las figuras 1261 y 1262.

Ya hemos dado la composición de las cubiertas; se ha visto que en todos los trabajos hemos dibujado las líneas



Figs. 1261 y 1262.

geométricas de las cerchas, de los cabios; pero las limatesas, las limahoyas, piezas que se ven siempre en pro-



Figs. 1263 y 1264.

yección, más cortas, toman distinta forma según la de las cerchas.

Así, por ejemplo, el par *OA* da forma a la limatesa *OB*, y es necesario que una regla que parta paralelamente de la línea *AB* pueda ser pasada paralelamente hasta la cumbrera, siempre en contacto con el par y con la limatesa.

Establecida la media cercha y fijada su curva (fig. 1261), se divide la línea de base en un cierto número de partes iguales; se divide la base *OB* de la limatesa en el mismo número de partes iguales; se levantan perpendiculares en las dos figuras, numerando las líneas para mayor claridad, y se toman sobre dichas verticales las alturas respectivas: la *AB* de la media cercha en *AB* de la limatesa, la *CD* de la media cercha en *CD* de la limatesa, y así sucesivamente.

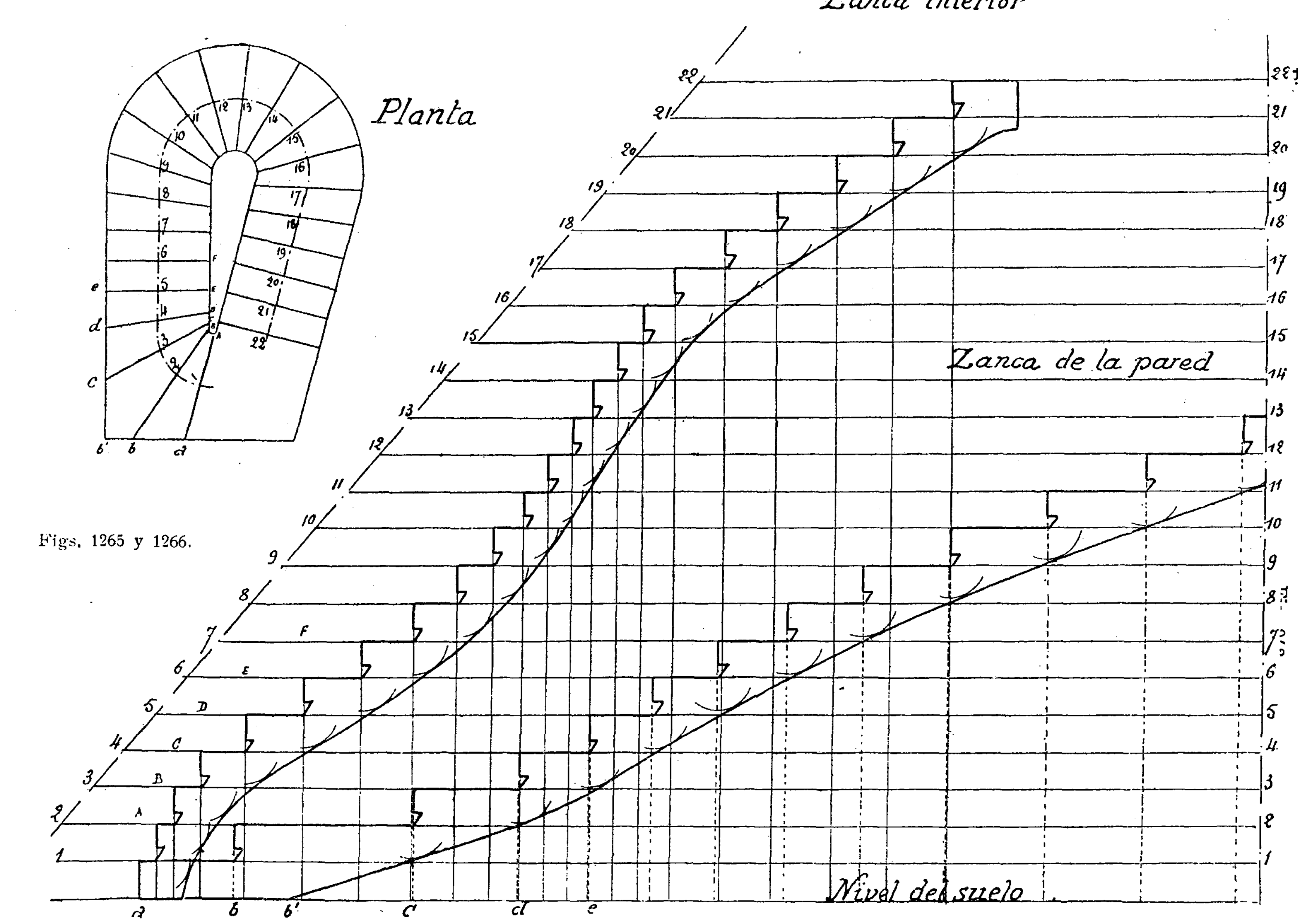
Para mayor precisión en la parte en que la curva es más pronunciada se puede duplicar el número de líneas, como indica la figura.

TRAZAR LA MONTEA DE ESCALERA (figs. 1265 y 1266)

Establecida la proyeción horizontal y fijada la compensación de los escalones de desigual anchura, se dividirá la altura que se ha de subir según el número de escalones previsto, y se numerarán *1*, *2*, *3*, *4*, etc.; después, con el compás, o mejor aún valiéndose de una cinta de acero, se tomarán las diferentes anchuras de los escalones junto a la zanca, y se marcarán asimismo sobre la línea de base, y levantando perpendiculares a esta línea las intersecciones de las líneas que llevan el mismo número darán los ángulos de cada escalón; se efectuará entonces el trazado del corte para escalones de madera o de piedra; después, con una abertura de compás de 0,13 a 0,15 m., se trazarán arcos haciendo centro en la parte más saliente del corte, y las tangentes a cada dos arcos sucesivos formarán una línea quebrada que se suavizará haciendo de ella una curva continua que representará el borde inferior de la zanca.

En la misma figura indicamos el desarrollo de la zanca contra el muro o falsa zanca.

Los puntos *a*, *b*, *c*, *d*, están marcados en la proyección horizontal y trasladados a la línea de base.



Figs. 1265 y 1266.

De la medida de los cuerpos

SUPERFICIES

El área S de un *triángulo* rectilíneo es igual a la mitad del producto de la base por la altura:

$$S = \frac{bh}{2}.$$

Para obtener el área de un *triángulo* en función de sus tres lados a, b, c, hállese la semisuma p de estos lados, réstese de ella alternativamente cada uno de estos lados, multiplíquense sucesivamente estos tres restos y dicha semisuma, y extráigase la raíz cuadrada del producto:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}.$$

La superficie de un *paralelogramo* cualquiera es igual al producto de la base por la altura.

La de un *rombo* tiene por medida una de sus diagonales multiplicada por la mitad de la otra.

El área del *trapecio* es igual al producto de la semisuma de sus dos lados paralelos por la altura tomada entre estos lados.

Un *polígono regular* tiene por área la mitad del producto de su perímetro por el radio del círculo inscrito.

El *círculo* tiene por superficie la mitad del producto de la longitud de la circunferencia por el radio, o bien el producto del cuadrado del radio por la relación de la circunferencia al diámetro:

$$S = \pi R^2 = 3,1416\, R^2.$$

El área de una *elipse* es igual a la superficie de un círculo que tuviera por diámetro la raíz cuadrada del producto de los ejes de esta elipse:

$$S = \frac{\pi a b}{4}.$$

Una *pirámide regular* cuando no se considera su base tiene por área (superficie lateral) la mitad del producto del perímetro de esta base por la perpendicular bajada desde el vértice a uno de los lados de la base.

Un *cono de revolución* tiene por superficie lateral el producto de la mitad de la circunferencia del círculo de su base por su generatriz.

El área lateral de un *cilindro* tiene por medida la circunferencia del círculo de la base por su altura.

La superficie de una *esfera* es igual al producto de la circunferencia de círculo máximo por su diámetro o el cuadrado del diámetro por π, o cuatro veces el área de un círculo máximo:

$$S = 4\pi R^2.$$

Un *casquete esférico* o una *zona esférica* tienen por medida su altura multiplicada por la circunferencia de un círculo máximo:

$$S = 2\pi R h.$$

La superficie lateral del *tronco de cono* es igual a la semisuma de las circunferencias de las dos bases multiplicada por la distancia entre estas bases, medida según una generatriz.

Volúmenes

Los volúmenes de la *pirámide* y del *cono* se miden multiplicando el producto de la superficie de la base por el tercio de la perpendicular trazada desde el vértice a dicha base.

El volumen de la *esfera* es igual al área de la superficie esférica multiplicada por el tercio del radio o a la superficie de su círculo máximo multiplicado por los dos tercios del diámetro:

$$V = \frac{4\pi R^3}{3}.$$

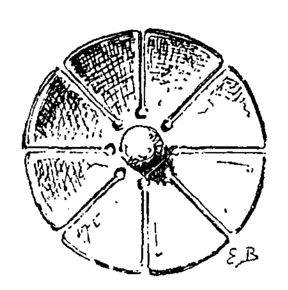
El volumen de un *sector esférico* es igual a la superficie del casquete o zona sobre que se apoya multiplicada por el tercio del radio.

El volumen de un *esferoide* es cuádruplo de un cono, cuya base tiene por diámetro el eje menor y por altura la mitad del eje mayor de este mismo esferoide.

El volumen de un *tronco de prisma triangular* es el mismo que el de tres pirámides que tuviesen la misma base que este prisma, y cuyos vértices estuviesen situados en las extremidades de las tres aristas.

El volumen de un *tronco de pirámide* de bases paralelas es igual al volumen de tres pirámides que tengan por altura común la altura del tronco, y por bases, una la base superior, otra la base inferior y la tercera la raíz cuadrada del producto de estas dos bases.

El volumen de un *anillo* (llanta de rueda) se obtiene multiplicando por 3,1416 el producto del diámetro medio, medido sobre la línea del centro de gravedad, por la superficie de la sección transversal.



CAPÍTULO XVII

Datos generales

DENSIDADES. — Temperaturas de fusión. Pesos de diversas sustancias que intervienen en el cálculo de la sobrecarga de los suelos. Peso de la mampostería y de los morteros, forjados, enlosados y solerías. Sobrecargas generalmente admitidas para los suelos. Dilatación por el calor. Características de las diversas clases de aceros.

PESO DE LAS PIEZAS FUNDIDAS. — Dimensiones y pesos de las escuadras del comercio. Pesos de pernos y remaches. Pesos de hierros planos.

RESISTENCIA y peso de las viguetas doble T, hierros en U, angulares de alas iguales, de alas desiguales, hierros en T, hierros cuadrados y redondos macizos, tubos. Perfiles que deben adoptarse en la construcción de los suelos. Cálculo de las barras comprimidas.

Tabla de densidades de las principales sustancias y materiales

1.° SUSTANCIAS DE ORIGEN MINERAL

	Por metro cúbico Kg.
Tierra vegetal. . .	1214 a 1285
» fuerte arenosa	1357 a 1428
Arcilla y greda . .	1656 a 1756
Marga.	1570 a 1640
Arena fina y seca .	1399 a 1428
» húmeda . . .	1900
» fósil y arcillosa	1713 a 1799
» de río húmeda.	1771 a 1856
Casquijo pedregoso .	1371 a 1485
Cemento natural . .	1171 a 1228
Cal viva al salir del horno	800 a 857
Cal apagada, en pasta compacta	1328 a 1428
Mortero de cal y arena	1856 a 2142
» de cemento.	1656 a 1713
» de escorias .	1128 a 1214
Ladrillo de Borgoña.	1550
» de Sarcelles	1460
Creta	1214 a 1285
Piedra de Saint-Léu.	1620
» de Vergelé .	1700
» llamada «lambourde» . .	1800
» de Trocy . .	1900
» de Tonnerre .	2000
» de yeso cruda.	2200 a 2650

	Por metro cúbico Kg.
Piedra de Saillancourt	2400
» de Volvic	2320
» moleña	2483
» fina de Meudon	2435
» pómez	914
Gres duro	2600 media
Granito	2650 a 2750
Mármol de Féluy	2750
» negro	2823
» blanco	2726
» de Languedoc	2720
Yeso cocido batido	1199 a 1228
» tamizado	1242 a 1257
» empastado húmedo	1571 a 1599
» seco	1399 a 1414
Mampostería fresca de piedra labrada	2400 a 2700
Mampostería de morrillo	2200 a 2400
Mampostería de ladrillos	1500 a 1700
Mampostería de guijarros	2300 a 2400

2.° Metales

Cobre fundido	8850
» laminado o forjado	8250
Fundición	7200
Hierro forjado	7788
Acero no templado	7829
» templado	7819
Estaño puro de Cornualles, fundido	7287
Estaño común fundido	7915
Soldadura de plomeros	9550
Plomo fundido	11352
Zinc	7190
» fundido	6860
Bronce para estatuas	8950

3.° Maderas

	Por metro cúbico Kg.
Caoba	785 a 914
Abedul común	700 a 714
Boj de Francia	900 a 1300
Ojaranzo	757
Castaño	685 a 1100
Encina verde	930 a 1220
» seca	643 a 1015
» de 60 años (el corazón)	1170
Albura de encina	540
Ébano de África	1330
Fresno	845
Guayaco	1330
Haya	852
Corcho	240
Nogal de Francia	600 a 685
» de África	728 a 743
Naranjo	705
Olmo	800
Álamo de Italia	371 a 414
» de Holanda	528 a 614
» blanco de España	529
Pino del Norte	814 a 828
» común	460 a 557
» amarillo	657
Tilo	604

4.° Líquidos

Alcohol absoluto	792
Betún líquido, llamado nafta	847
Agua destilada	1000
» de mar	1026
Esencia de trementina	870
Éter sulfúrico	715
Aceite de linaza	936
» de adormideras	934
Mercurio	13596

5.° Cuerpos gaseosos

(a 0° y bajo la presión de 760 mm, densidad referida al aire)

Aire	1,0000
Hidrógeno arsenical	2,6950
Cloro	2,4400
Ácido sulfuroso	2,2340

Hidrógeno fosforado . .	1,7610
Ácido carbónico	1,5290
» clorhídrico . . .	1,2474
Oxígeno.	1,1057
Acetileno	0,9056
Nitrógeno	0,9720
Amoníaco	0,5967
Hidrógeno	0,0692

6.° DIVERSOS

	Por metro cúbico Kg.
Hielo.	865
Azufre	1800
Vidrio de botellas . .	2750
» común. . . .	2660
» de Saint-Gobain	2380

Temperaturas de fusión de los cuerpos en grados centígrados

Alcohol absoluto	— 90°
Mercurio.	— 39
Esencia de trementina . .	— 10
Hielo	0
Sebo	33
Estearina	61
Cera blanca.	69
Azufre	114
Estaño	230
Plomo	326
Vidrio.	400
Zinc	415
Aluminio.	625°
Bronce	900
Plata pura	945
Cobre	1054
Oro puro	1250
Fundición blanca . .	1050 a 1100
» gris. . .	1100 a 1200
» al manganeso .	1200
Aceros	1300 a 1400
Hierro dulce francés. . .	1500
» batido inglés. . .	1600
Platino	1775

Pesos por metro cúbico de diversas sustancias que pueden ser aplicables al cálculo de la sobrecarga de los suelos

	Kg.
Avena.	410 a 540
Trigo en montones o en silos.	750 a 760
Trigo en gavillas o almiares	100 a 120
Leña seca en trozos, encina	500 a 600
» seca en trozos, pino	300 a 400
» seca en haces .	100 a 200
Carbón vegetal en montones	180 a 200
Cal viva	800 a 860
» hidráulica . . .	700 a 900
Cemento Portland. no apisonado. . .	1300 a 1400
Cemento Portland apisonado	2000
Cemento natural, no apisonado. . . .	750 a 900
Cemento natural, apisonado.	1200
Algodón en pacas, comprimido con prensa hidráulica .	70 a 95
Coque en montones .	350 a 500
AGUA	1000
Harina de trigo . .	380 a 470
» de trigo apisonada	560 a 650
Heno en almiares. .	80 a 100
» empacado con prensa de husillo .	300
Heno empacado con prensa hidráulica .	900
Trigo candeal . . .	650 a 800
Granos de colza de invierno	680 a 745
Granos de linaza . .	770 a 820

	Kg.		Kg.
Hulla en montones recién sacada . .	700 a 950	Papel	700 a 1160
Escorias vítreas . .	1400 a 1500	Yeso en montones .	1200 a 1400
» de fragua .	770 a 1000	Guisantes, habas, etc.	820 a 880
Maíz	670	Patatas	600 a 800
Cebada	600 a 700	Polvo de corcho . .	100
Huesos triturados. .	500	Aserrín	500 a 600
Paja de cebada o de avena	56 a 60	Centeno	685 a 790
» de trigo o centeno	80 a 100	Salvado de trigo, basto	150 a 400
		Casca	350
		Turba secada al aire	325 a 410

Pesos por metro cúbico de fábricas y morteros

	Kg.		Kg.
Fábrica de ladrillos, reciente	1550 a 1700	Fábrica de piedra labrada	2400 a 2700
Fábrica de ladrillos, seca.	1470 a 1590	Mortero de cal y arena	1850 a 2140
Fábrica de morrillos, reciente	2200 a 2460	» de cemento.	1650 a 1700
Fábrica de morrillos, seca.	2150 a 2400	» de escorias de fragua	1130 a 1220
Fábrica de piedra moleña.	2700	Yeso tamizado. . .	1240 a 1280
		» amasado, húmedo.	1570 a 1600
		» amasado, seco .	1400 a 1420

Sobrecargas generalmente admitidas para los suelos

(Por metro cuadrado de superficie de local)

Designación de los locales	Sobrecargas por metro cuadrado Kg.
Cuartos y gabinetes en casas de vivienda	75 a 100
Salones de casas de vivienda	100 a 150
Despachos y salas ordinarias de edificios públicos .	150 a 200
Grandes salas de edificios públicos	200 a 300
Salas de hospitales y cuarteles	200 a 250
Salas de baile	300 a 400
Tiendas para mercancías de poco peso	200 a 300
Almacenes de trigo (colocado en montones). . . .	450 a 600
Almacenes de trigo (sacos apilados hasta 6 metros de altura)	1000 a 1200
Almacenes de harina o de sal.	600 a 1000
Almacenes para forrajes	300 a 500
Almacenes para papel	1000 a 2000
Multitud compacta.	400 a 600

Pesos por metro cuadrado de superficie de forjado, enlosado, solería, etc., para el cálculo del peso propio de los suelos

Designación	Peso del metro cuadrado Kg.
Peso de 1 cm. de espesor de forjado de cascote y yeso . .	12
Forjado de cascote y yeso, en artesas según la costumbre de París, incluído el enlucido del techo; pero variable según la altura de los hierros, viguetas de 80 a 260, de .	120 a 150
Forjado de yeso, colado en hueco, sistema Paupy, de 0,12 m. de espesor	90
Forjado de yeso, colado en hueco, sistema Paupy, de 0,09 m. de espesor	70
Bovedillas de ladrillos macizos de 0,11 m., comprendido el cielorraso y el enriñonado	250
Bovedillas de ladrillos huecos de 0,11 m., comprendido el cielorraso y el enriñonado	180
Bovedillas de ladrillos huecos de 0,06 m., comprendido el cielorraso y el enriñonado	110
Bovedillas de ladrillos de corcho de 0,06 a 0,22 m. de grueso, bovedillas solas, sin incluir la carga de yeso para el cielorraso ni el enriñonado, cada centímetro de espesor.	2,5
Forjado con botes de barro, sistema Laporte, de	65 a 85
Forjado con botes de barro, sistema Perrière, de 0,08 m. de espesor, de	65 a 70
Embaldosado con losetas cerámicas hexagonales o losetas llamadas de París, de 20 mm. de grueso aproximadamente.	40
Pavimento de asfalto de 20 mm. de espesor, no comprendida la arena	50
Recubrimiento de linóleo de 25 mm. de espesor, para patios, terrazas, talleres, etc.	25
Entarimado de encina de 25 mm. de espesor	20
Entarimado de pino de 25 mm. de espesor.	12
Entarimado de pino de 32 mm. de espesor.	15
Ristreles con empotramiento en yeso, de	30 a 60

Dilatación debida al calor, por grado centígrado y por metro lineal

Designación de las sustancias	Coeficiente de dilatación
Acero no templado	0,000010795
Acero templado	0,000012250
Aluminio	0,000022239
Plata de copela	0,000019097
Bronce	0,000018492
Cobre	0,000017173
Alambre de latón	0,000019333
Estaño de Falmouth	0,000021730
Hierro dulce forjado	0,000012205
Fundición	0,000011100
Oro con la ley de París	0,000015515
Platino	0,000008842
Plomo	0,000028484
Vidrio de Saint-Gobain	0,000008909
Zinc (según Smeaton)	0,000029467
Mercurio (en volumen)	0,00018018
Agua (en volumen)	0,000435
Alcohol (en volumen)	0,001111
Todos los gases (según Regnault)	0,003665

Características de las diferentes clases de aceros

Escala de dureza	Grado de temple	Resistencia en Kg. por mm. cuadrado de sección	Alargamiento % en 100 mm. de longitud	Aplicaciones
Extra-dulce	Se hace fibroso por el temple	34 a 38	30 a 35	Hierro fundido homogéneo, se suelda muy bien. Reemplaza al hierro de Suecia. Tochos para estirar en hilos. Chapas para calderas. Alambre para puntas de París. Clavos para herraduras. Remaches, piezas estampadas. Láminas. Tubos para calderas. Piezas de forja.
Muy dulce	No templa	38 a 42	27 a 30	Acero soldable. Chapas de calderas, chapas ordinarias, máquinas, ejes, pernos, tirafondos, piezas de forja, angulares, hierros en T, tochos, traviesas de ferrocarril, piezas de armas.

Características de las diferentes clases de aceros *(Continuación)*

Escala de dureza	Grado de temple	Resistencia en Kg. por mm. cuadrado de sección	Alargamiento % en 100 mm. de longitud	Aplicaciones
Dulce	No templa	42 a 48	24 a 27	Chapas de calderas marinas, chapas y angulares para barcos y puentes, chapas finas, ejes, bandajes, piezas de forja, herramientas para agricultura, palas y layas.
Dulce	Templa poco	48 a 55	20 a 24	Piezas de forja, piezas de máquinas, árboles, vástagos de émbolos, correderas, ejes de locomotoras herramientas agrícolas, piezas de armas.
Semi-duro	Templa	55 a 60	18 a 20	Acero de cañones, tubos y zunchos cañones de fusil, cajas de culata, cuchillería ordinaria, herrería de corte, picos de zapadores, rejas de arados.
Duro	Templa	60 a 65	16 a 18	Muelles para colchones metálicos, alambres para cables de gran resistencia, matrices, piezas de armas, acero para soldar y templar.
Duro	Templa bien	65 a 75	14 a 16	Muelles ordinarios para ferrocarriles y carrocería, herramientas, limas, agujas para hilanderías, cuchillería, herramientas de agricultura, barrenas para minas, carriles, eclisas, piezas de armas.
Muy duro	Templa muy bien	75 a 85	8 a 14	Muelles superiores de gran resistencia de textura fibrosa después del temple, para locomotoras y topes de vagones. Chapas especiales, cuchillería, sierras, piezas de velocípedos. Alambres para cables de resistencia muy grande.
Extra-duro	Temple extra	85 a 100	5 a 8	Limas, fresas, sierras, herramientas de torno, herramientas cortantes, cuchillería fina, agujas de hacer punto.

Cálculo y peso de las piezas fundidas

El peso de una pieza fundida puede determinarse, antes de su ejecución, por medio de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{(1 - r)\, D p}{d} = k p,$$

en la cual es:

P el peso buscado de la pieza fundida,

D la densidad del metal de que está hecha la pieza,

p el peso del modelo,

d la densidad de la materia de que está hecho el modelo,

r la contracción cúbica o el triple de la contracción lineal del metal fundido.

La siguiente tabla contiene algunos valores calculados del coeficiente k, con lo cual se evita el empleo de la fórmula general.

Materia de que está hecho el modelo		Metal de que está hecha la pieza				
		Fundición		Bronce	Latón	Zinc
		Valor máximo	Valor mínimo			
Madera	Caoba	11,7	—	13,5	13,2	11,2
	Aliso	12,8	13,5	14,7	14,3	12,2
	Abedul	10,6	13,5	12,2	11,9	10,2
	Encina	9,0	10,9	10,3	10,1	8,6
	Haya	9,7	11,1	11,3	10,9	9,4
	Nogal	10,0	11,0	11,5	11,5	9,5
	Peral	10,2	13,0	11,8	11,5	9,8
	Abeto y pino	14,0	17,5	16,3	15,8	13,5
Metal	Fundición	0,97	—	1,12	1,09	0,93
	Latón	0,84	0,95	0,98	0,95	0,81
	Plomo	0,64	0,79	0,74	0,72	0,65
	Zinc	1,00	—	1,16	1,13	0,96
Yeso		5,0	5,5	6,0	5,8	4,5

EJEMPLO: Una pieza debe ser fundida en bronce, el modelo es de peral y pesa 7,350 Kg. — La pieza fundida pesará, pues, 11,8 × 7,350 = 86,730 Kg. aproximadamente.

Pesos y dimensiones de las escuadras del comercio para vigas de suelos

Escuadras para hierros doble T de	Altura de la escuadra	Angular de	Número de orificios en cada brazo	Diámetro de los orificios	Distancia del centro de los orificios al borde exterior de la escuadra	Distancia entre ejes de los orificios en sentido de la longitud	Peso aproximado de una escuadra
mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	mm.	Kg.
80	60	60×60×6	1 — 1	15	37,5	—	0,310
100	75	íd.	1 — 1	15	37,5	—	0,390
120	90	70×70×7	1 — 1	15	42,5	—	0,640
140	110	íd.	1 — 2	15	42,5	51	0,780
160	130	80×80×8	2 — 2	16	47	62	1,200
180	140	íd.	2 — 2	18	46	70	1,280
200	160	íd.	2 — 2	20	45	88	1,460
220	180	íd.	2 — 2	22	44	98	1,640

Pesos aproximados de los pernos y remaches de hierro

Forma	Diámetro del vástago en mm.											
	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25
Peso en gramos de 1 cm. de longitud de vástago redondo												
	1,5	2,2	3,0	3,9	6,1	8,8	12,0	15,7	19,8	24,5	29,6	38,3
Peso en gramos de una cabeza de perno y una tuerca (conjunto)												
Cabeza hexagonal, Tuerca hexagonal	3,2	6,1	9,9	13,6	27,5	50,2	79,0	122	172	240	318	470
Cabeza cuadrada, Tuerca cuadrada					53,8	92,4	136	182	236	297	362	485
Cabeza redonda, Tuerca cuadrada					49,4	89,6	126	169	218	273	335	450
Peso en gramos de una cabeza de remache (sola)												
De gota de sebo		2,9	4,2	5,8	9,1	15,0	23,2	33,0	46,7	63,0	82,7	129
Cónica					9,0	11,6	17,7	25,0	36,1	48,8	64,0	92,3
Ojival					8,3	13,8	21,2	31,0	43,0	58,0	76,0	110

Pesos de los hierros planos

Espesor	Anchura en mm.										
	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40
3	0,23	0,26	0,28	0,30	0,33	0,35	0,47	0,58	0,70	0,82	0,94
4	0,31	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,62	0,78	0,94	1,09	1,25
5	0,39	0,43	0,48	0,51	0,55	0,58	0,78	0,97	1,17	1,36	1,56
6	0,47	0,51	0,56	0,61	0,65	0,70	0,94	1,17	1,40	1,64	1,87
7	0,55	0,60	0,65	0,71	0,76	0,82	1,09	1,36	1,64	1,91	2,18
8	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87	0,94	1,25	1,56	1,87	2,18	2,50
9	0,70	0,77	0,84	0,91	0,98	1,05	1,40	1,68	2,11	2,46	2,81
10	0,78	0,86	0,94	1,01	1,09	1,17	1,56	1,95	2,34	2,73	3,12
11	0,86	0,94	1,03	1,11	1,20	1,29	1,72	2,14	2,57	3,00	3,43
12	0,94	1,03	1,12	1,22	1,31	1,40	1,87	2,34	2,81	3,28	3,74
13	1,01	1,11	1,22	1,32	1,42	1,52	2,03	2,54	3,04	3,55	4,06
14	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64	2,18	2,73	3,28	3,82	4,37
15	1,17	1,29	1,40	1,52	1,64	1,75	2,34	2,92	3,51	4,09	4,68
16	1,25	1,37	1,50	1,62	1,75	1,87	2,50	3,12	3,74	4,37	4,99
17	1,33	1,46	1,59	1,72	1,86	1,99	2,65	3,31	3,98	4,64	5,30
18	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,11	2,81	3,51	4,21	4,91	5,62
19	1,48	1,63	1,78	1,93	2,07	2,22	2,96	3,70	4,45	5,19	5,93
20	1,56	1,72	1,87	2,03	2,18	2,34	3,12	3,90	4,68	5,46	6,24
21	1,64	1,80	1,96	2,13	2,29	2,46	3,28	4,09	4,91	5,73	6,55
22	1,72	1,89	2,06	2,23	2,40	2,57	3,43	4,29	5,15	6,01	6,86
23	1,79	1,97	2,15	2,33	2,51	2,69	3,59	4,48	5,38	6,28	7,18
24	1,87	2,06	2,25	2,43	2,62	2,81	3,74	4,68	5,62	6,55	7,49
25	1,95	2,14	2,34	2,53	2,73	2,92	3,90	4,87	5,85	6,82	7,80
26	2,03	2,23	2,43	2,64	2,84	3,04	4,06	5,07	6,08	7,10	8,11
27	2,11	2,32	2,53	2,74	2,95	3,16	4,21	5,26	6,32	7,37	8,42
28	2,18	2,40	2,62	2,84	3,06	3,28	4,37	5,46	6,55	7,64	8,74
29	2,26	2,49	2,72	2,94	3,17	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05
30	2,34	2,57	2,81	3,04	3,28	3,51	4,68	5,85	7,02	8,19	9,36
31	2,42	2,66	2,90	3,14	3,38	3,63	4,84	6,04	7,25	8,46	9,67
32	2,50	2,74	2,99	3,24	3,49	3,74	4,99	6,24	7,49	8,74	9,98
33	2,57	2,83	3,09	3,35	3,60	3,86	5,15	6,43	7,72	9,00	10,30
34	2,65	2,92	3,18	3,45	3,71	3,98	5,30	6,63	7,96	9,28	10,61
35	2,73	3,00	3,28	3,55	3,82	4,09	5,46	6,82	8,19	9,55	10,92
36	2,81	3,09	3,37	3,65	3,93	4,21	5,62	7,02	8,42	9,83	11,23
37	2,89	3,17	3,46	3,75	4,04	4,33	5,77	7,21	8,66	10,10	11,54
38	2,96	3,26	3,56	3,85	4,15	4,45	5,93	7,41	8,89	10,37	11,86
39	3,04	3,35	3,65	3,95	4,26	4,56	6,08	7,60	9,13	10,65	12,17
40	3,12	3,43	3,74	4,06	4,37	4,68	6,24	7,80	9,36	10,92	12,48
41	3,20	3,52	3,84	4,16	4,48	4,80	6,40	7,99	9,59	11,19	12,79
42	3,28	3,60	3,93	4,26	4,59	4,91	6,55	8,19	9,83	11,47	13,10
43	3,35	3,69	4,02	4,36	4,69	5,03	6,71	8,38	10,06	11,74	13,42
44	3,43	3,77	4,12	4,46	4,80	5,15	6,86	8,58	10,30	12,01	13,73
45	3,51	3,86	4,21	4,56	4,91	5,26	7,02	8,77	10,53	12,28	14,04
46	3,59	3,95	4,30	4,66	5,02	5,38	7,18	8,97	10,77	12,56	14,35
47	3,67	4,03	4,40	4,76	5,13	5,50	7,33	9,16	11,00	12,83	14,66
48	3,74	4,12	4,49	4,87	5,24	5,62	7,49	9,36	11,23	13,10	14,98
49	3,82	4,20	4,59	4,97	5,35	5,73	7,64	9,55	11,47	13,38	15,29
50	3,90	4,29	4,68	5,07	5,46	5,85	7,80	9,75	11,70	13,65	15,60

Pesos de los hierros planos *(Continuación)*

Espesor	Anchura en mm.										
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
3	1,05	1,17	1,29	1,40	1,52	1,64	1,75	1,87	1,99	2,10	2,22
4	1,40	1,56	1,72	1,87	2,03	2,18	2,34	2,49	2,65	2,80	2,96
5	1,75	1,95	2,14	2,34	2,53	2,73	2,92	3,12	3,31	3,51	3,70
6	2,11	2,34	2,57	2,81	3,04	3,28	3,51	3,74	3,97	4,21	4,44
7	2,46	2,73	3,00	3,28	3,55	3,82	4,09	4,36	4,64	4,91	5,19
8	2,81	3,12	3,43	3,74	4,06	4,37	4,68	4,99	5,30	5,61	5,92
9	3,16	3,51	3,86	4,21	4,56	4,91	5,26	5,61	5,97	6,31	6,67
10	3,51	3,90	4,29	4,68	5,07	5,46	5,85	6,24	6,63	7,02	7,41
11	3,86	4,29	4,72	5,15	5,58	6,01	6,43	6,86	7,29	7,72	8,15
12	4,21	4,68	5,15	5,62	6,08	6,46	7,02	7,48	7,95	8,42	8,89
13	4,56	5,07	5,58	6,08	6,59	7,10	7,60	8,11	8,62	9,12	9,63
14	4,91	5,46	6,01	6,55	7,10	7,64	8,19	8,73	9,28	9,82	10,37
15	5,26	5,85	6,43	7,02	7,60	8,19	8,77	9,36	9,94	10,53	11,11
16	5,62	6,24	6,86	7,49	8,11	8,74	9,36	9,98	10,60	11,23	11,85
17	5,97	6,63	7,29	7,96	8,62	9,28	9,94	10,60	11,27	11,93	12,60
18	6,32	7,02	7,72	8,42	9,13	9,83	10,53	11,23	11,93	12,63	13,33
19	6,67	7,41	8,15	8,89	9,63	10,37	11,11	11,85	12,60	13,33	14,08
20	7,02	7,80	8,58	9,36	10,14	10,92	11,70	12,48	13,26	14,04	14,82
21	7,37	8,19	9,01	9,83	10,65	11,47	12,28	13,10	13,92	14,74	15,56
22	7,72	8,58	9,44	10,30	11,15	12,01	12,87	13,72	14,58	15,44	16,30
23	8,07	8,97	9,87	10,76	11,66	12,56	13,45	14,35	15,25	16,14	17,04
24	8,42	9,36	10,30	11,23	12,17	13,10	14,04	14,97	15,91	16,84	17,78
25	8,77	9,75	10,72	11,70	12,67	13,65	14,62	15,60	16,57	17,55	18,52
26	9,13	10,14	11,15	12,17	13,18	14,20	15,21	16,22	17,23	18,25	19,26
27	9,48	10,53	11,58	12,64	13,69	14,74	15,79	16,84	17,90	18,95	20,01
28	9,83	10,92	12,01	13,10	14,20	15,29	16,38	17,47	18,56	19,65	20,74
29	10,18	11,31	12,44	13,57	14,70	15,83	16,96	18,09	19,23	20,35	21,49
30	10,53	11,70	12,87	14,04	15,21	16,38	17,55	18,72	19,89	21,06	22,23
31	10,88	12,09	13,30	14,51	15,72	16,93	18,13	19,34	20,55	21,76	22,97
32	11,23	12,48	13,73	14,98	16,22	17,47	18,72	19,96	21,21	22,46	23,71
33	11,58	12,87	14,16	15,44	16,73	18,02	19,30	20,59	21,88	23,16	24,45
34	11,93	13,26	14,59	15,91	17,24	18,56	19,89	21,21	22,54	23,86	25,19
35	12,28	13,65	15,01	16,38	17,74	19,11	20,47	21,84	23,20	24,57	25,93
36	12,64	14,04	15,44	16,85	18,25	19,66	21,06	22,46	23,86	25,27	26,67
37	12,99	14,43	15,87	17,32	18,76	20,20	21,64	23,08	24,53	25,97	27,42
38	13,34	14,82	16,30	17,78	19,27	20,75	22,23	23,71	25,19	26,67	28,15
39	13,69	15,21	16,73	18,25	19,77	21,29	22,81	24,34	25,86	27,37	28,90
40	14,04	15,60	17,16	18,72	20,28	21,84	23,40	24,96	26,52	28,08	29,64
41	14,39	15,99	17,59	19,19	20,79	22,39	23,98	25,58	27,18	28,78	30,38
42	14,74	16,38	18,02	19,66	21,29	22,93	24,57	26,20	27,84	29,48	31,12
43	15,09	16,77	18,45	20,12	21,80	23,48	25,15	26,83	28,51	30,18	31,86
44	15,44	17,16	18,88	20,59	22,31	24,02	25,74	27,45	29,17	30,88	32,60
45	15,79	17,55	19,31	21,06	22,81	24,57	26,32	28,08	29,83	31,59	33,34
46	16,15	17,94	19,73	21,53	23,32	25,12	26,91	28,70	30,49	32,29	34,08
47	16,50	18,33	20,16	22,00	23,83	25,66	27,49	29,33	31,16	32,99	34,83
48	16,85	18,72	20,59	22,46	24,34	26,21	28,08	29,95	31,82	33,69	35,56
49	17,20	19,11	21,02	22,93	24,84	26,75	28,66	30,57	32,49	34,39	36,31
50	17,55	19,50	21,45	23,40	25,35	27,30	29,25	31,20	33,15	35,10	37,05

Viguetas doble T de acero

Tabla que indica los perfiles, el peso por metro lineal y las cargas máximas uniformemente repartidas que pueden soportar las viguetas de alas ordinarias y perfiles normales descansando libremente sobre dos apoyos, para un trabajo R de 8, 10 ó 12 Kg. por mm² de sección.

Todas las cargas están calculadas para una luz de un metro; para obtener la carga que puede soportar una viga de una luz cualquiera, basta dividir la carga dada por la tabla por la luz de la viga. Ejemplo: un perfil de alas ordinarias, de acero, de $100 \times 42 \times 4{,}5$ soporta con 1,00 m. de luz y trabajando a 10 Kg., 2404 Kg , con 4,50 m. de luz soportará $\frac{2404}{4{,}50} = 534$ Kg. y la flecha proporcional al cuadrado de la luz será $1{,}042 \times 4{,}5^2 = 21$ mm.

En el caso de cargas situadas en el centro de la luz, hay que tomar tan sólo la mitad de las cargas indicadas o calculadas.

En la carga que puede soportar la viga no se ha deducido su propio peso; conviene, pues, añadirlo a la carga a que se la quiere someter.

Viguetas de acero de alas ordinarias	Peso del metro lineal	Valores de $\frac{I}{v}$	Valores de R	Cargas uniformes con 1 m. de luz	Factores de L^2 para el cálculo de la flecha
	Kg.	cm³	Kg.	Kg.	mm.
80 × 42 × 3,9	5,950	19,600	8	1254	1,042
			10	1568	1,302
			12	1881	1,562
100 × 42 × 4,5	7,700	29,126	8	1924	0,833
			10	2404	1,042
			12	2796	1,250
120 × 44 × 5	9,500	41,086	8	2736	0,695
			10	3418	0,868
			12	3944	1,042
140 × 48 × 5,3	11,200	59,766	8	3825	0,595
			10	4781	0,745
			12	5737	0,893
160 × 52 × 5,5	13,300	80,225	8	5148	0,520
			10	6436	0,652
			12	7701	0,782
180 × 55 × 6	15,800	105,887	8	6764	0,463
			10	8454	0,578
			12	10163	0,695
200 × 60 × 6,5	19,000	139,990	8	8812	0,416
			10	11016	0,521
			12	13439	0,625
220 × 65 × 7	21,700	178,064	8	11352	0,378
			10	14190	0,474
			12	17094	0,568

Viguetas de acero de perfil normal	Peso del metro lineal	Valores de $\frac{I}{v}$	Valores de R	Cargas uniformes con 1 m. de luz	Factores de L^2 para el cálculo de la flecha
	Kg.	cm³	Kg.	Kg.	mm.
80 × 42 × 3,9	5,950	19,600	8	1254	1,042
			10	1568	1,302
			12	1881	1,562
100 × 50 × 4,5	8,200	34,400	8	2200	0,833
			10	2752	1,042
			12	3302	1,250
120 × 58 × 5,1	11,100	55,100	8	3526	0,695
			10	4408	0,868
			12	5289	1,042
140 × 66 × 5,7	14,300	82,700	8	5292	0,595
			10	6616	0,745
			12	7939	0,893
160 × 74 × 6,3	17,900	118,900	8	7552	0,520
			10	9440	0,652
			12	11414	0,782
180 × 82 × 6,9	21,900	162,000	8	10368	0,463
			10	12960	0,578
			12	15552	0,695
200 × 90 × 7,5	26,200	214,200	8	13709	0,416
			10	17136	0,521
			12	20563	0,625
220 × 98 × 8,1	31,000	281,000	8	17984	0,378
			10	22480	0,474
			12	26976	0,568
240 × 106 × 8,7	36,200	357,200	8	12861	0,347
			10	28576	0,434
			12	34291	0,520
250 × 110 × 9	39,000	401,000	8	25664	0,333
			10	32080	0,417
			12	38491	0,500
260 × 113 × 9,4	41,900	446,000	8	28545	0,320
			10	35680	0,400
			12	42816	0,480
300 × 125 × 10,8	54,170	659,300	8	42195	0,278
			10	52744	0,347
			12	63293	0,417
340 × 137 × 12,8	68,000	931,000	8	59584	0,245
			10	74480	0,306
			12	89376	0,368

Hierros en U

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Dimensiones			Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
Altura	Anchura de las alas	Espesor del alma			
mm.	mm.	mm.	mm²	Kg.	cm³
30	15	4	225	1,600	1,600
35	17,5	4	263	2,050	2,443
40	20	4,5	333	2,600	3,256
50	25	5	538	4,190	7,306
60	30	6	680	5,310	11,078
75	35	6	866	6,760	17,176
80	40	6	968	7,550	22,304
80	45	6	1110	8,660	26,500
100	40	6	1160	9,040	33,080
100	50	6	1360	10,600	41,200
110	50	5,5	1290	10,060	43,027
120	55	7	1710	13,350	60,670
140	60	7	2260	16,010	86,430
160	65	7,5	2420	18,840	115,650
175	60	8	2510	19,570	121,829
180	70	8	2820	21,980	151,000
200	75	8,5	3240	25,280	191,100
220	80	9	3770	29,360	244,550
240	85	9,5	4260	33,210	299,830
260	90	10	4860	37,920	371,000
300	100	10	5920	46,160	535,070

Angulares de alas iguales

Anchura *a*	Espesor *e*	Sección *S*	Peso del metro *p*	Distancia de las alas al centro de gravedad *m*	Distancia de los bordes al eje de gravedad *v*	Momento de inercia Máximo I_2	Mínimo I_1	Ordinario *I*	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
mm.	mm.	mm²	Kg.	mm.	mm.	cm⁴	cm⁴	cm⁴	cm³
	3	171	1,33	8,6	21,4	2,27	0,58	1,43	0,68
30	4	224	1,75	9,0	21,0	2,91	0,74	1,83	0,88
	5	275	2,14	9,3	20,7	5,53	0,90	2,22	1,16
	4	264	2,06	10,2	24,8	4,83	1,23	3,04	1,25
35	5	325	2,53	10,6	24,4	5,75	1,47	3,62	1,56
	6	384	3,00	10,9	24,1	6,67	1,70	4,20	1,81
	4	304	2,38	11,5	28,5	7,31	1,87	4,61	1,64
40	5	375	2,93	11,8	28,2	8,80	2,25	5,54	1,97
	6	444	3,47	12,2	27,8	10,25	2,61	6,45	2,34
	5	425	3,32	13,1	32,9	12,83	3,48	8,15	2,55
45	6	504	3,96	13,4	32,6	14,81	4,21	9,51	3,03
	7	581	4,54	13,8	32,2	16,77	4,93	10,85	3,49
	5	475	3,71	14,3	35,7	17,9	4,55	11,24	3,15
50	6	564	4,40	14,7	35,3	19,8	5,05	12,43	3,74
	7	651	5,09	15,1	34,9	21,6	5,51	13,60	4,31
	6	684	5,33	17,2	42,8	37,2	9,03	23,1	5,45
60	7	791	6,20	17,6	42,4	42,1	10,7	26,4	6,27
	8	896	7,00	17,9	42,1	47,0	12,3	29,6	7,10
	9	999	7,80	18,3	41,7	51,5	13,8	32,7	7,92
	7	931	7,29	20,1	49,9	68,7	17,6	43,2	8,66
70	8	1056	8,22	20,6	49,4	76,8	19,9	48,4	9,75
	9	1179	9,20	20,8	49,2	84,7	22,1	53,4	10,95
	10	1300	10,14	21,1	48,9	92,1	24,2	58,3	12,10
	8	1216	9,48	22,9	57,1	117,8	29,6	73,7	12,91
80	9	1359	10,60	23,3	56,7	130,0	33,0	81,5	14,50
	10	1500	11,70	23,7	56,3	141,7	36,3	89,0	15,95
	11	1639	12,84	24,0	56,0	153,1	39,3	96,3	17,40
	9	1539	12,00	25,9	64,1	188,2	47,8	118,0	18,39
90	10	1700	13,30	26,2	63,8	205,4	52,8	129,1	20,15
	11	1859	14,50	26,5	63,5	222,2	57,3	139,9	22,20
	12	2016	15,70	26,9	63,1	238,1	61,8	150,3	24,10
	10	1900	14,80	28,5	71,5	287,0	73,0	180,0	25,24
100	11	2079	16,20	29,0	71,0	311,0	79,6	195,3	27,60
	12	2256	17,60	29,4	70,6	334,0	86,4	210,2	29,90
	13	2431	18,90	29,8	70,2	355,9	92,8	224,4	32,30

Angulares de alas desiguales

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Dimensiones			Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
Altura	Anchura	Grueso			
mm.	mm.	mm.	mm²	Kg.	cm³
30	20	3	141	1,100	0,639
35	20	3,5	180	1,405	0,990
40	20	4	224	1,745	1,450
40	25	4	244	1,745	1,505
40	30	4	264	2,060	1,535
45	25	4,5	295	2,300	1,915
45	30	4,5	317	2,475	2,160
50	30	5	375	2,925	2,920
50	35	5	400	3,120	2,980
50	40	5	425	3,315	3,055
55	35	5	425	3,315	3,570
60	30	5	425	3,315	4,130
60	40	5	475	3,705	4,300
65	45	6	624	4,870	6,080
70	35	5	500	3,900	5,670
70	40	6	624	4,870	6,850
70	50	6	684	5,330	7,100
80	40	7	791	6,170	10,250
80	50	7	861	6,720	10,600
80	60	7	931	7,270	10,800
90	60	8	1136	8,860	15,450
90	70	8	1216	9,480	15,750
100	50	8	1136	8,860	18,400
100	65	8	1256	9,800	19,100
100	80	8	1376	10,730	19,700
110	70	8	1376	10,730	23,200
120	80	9	1719	13,410	31,200

Hierros en T

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Dimensiones			Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
Altura	Anchura	Espesor			
mm.	mm.	mm.	mm^2	Kg.	cm^3
20	20	3	111	0,865	0,290
25	20	3	126	0,985	0,440
25	25	3,5	163	1,275	0,530
30	25	3,5	180	1,405	0,767
30	25	4,5	227	1,770	0,900
30	30	4	224	1,750	0,885
35	25	3,5	198	1,545	1,000
35	30	4	244	1,905	1,197
35	30	5	300	2,340	1,359
35	35	4	264	2,060	1,220
40	35	4,5	317	2,475	1,834
40	35	5,5	382	2,980	2,140
40	40	5	375	2,930	1,965
45	40	5,5	437	3,405	2,740
45	45	6	504	3,935	2,980
50	40	5	425	3,315	3,051
50	45	7	616	4,805	4,196
50	50	6	564	4,400	3,710
55	40	5	450	3,510	3,668
55	50	7	686	5,350	5,142
60	55	8	866	6,755	6,965
60	60	6,5	748	5,835	5,862
70	65	8,5	1 150	8,970	10,360
80	75	10	1460	11,390	15,700

Hierros cuadrados

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Lado del hierro cuadrado	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$	Lado del hierro cuadrado	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
mm.	mm²	Kg.	cm³	mm.	mm²	Kg.	cm³
5	25	0,195	0,021	**29**	841	6,559	4,065
6	36	0,280	0,036	**30**	900	7,020	4,500
7	49	0,382	0,057	**31**	961	7,495	4,965
8	64	0,499	0,085	**32**	1024	7,987	5,461
9	81	0,631	0,121	**33**	1089	8,494	5,990
10	100	0,780	0,167	**34**	1156	9,016	6,551
11	121	0,943	0,222	**35**	1225	9,555	7,146
12	144	1,123	0,288	**36**	1296	10,108	7,776
13	169	1,318	0,366	**37**	1369	10,678	8,442
14	196	1,528	0,457	**38**	1444	11,263	9,145
15	225	1,755	0,562	**39**	1521	11,863	9,886
16	256	1,996	0,683	**40**	1600	12,480	10,667
17	289	2,254	0,819	**45**	2025	15,795	15,187
18	324	2,527	0,972	**50**	2500	19,500	20,833
19	361	2,815	1,143	**55**	3025	23,595	26,729
20	400	3,120	1,333	**60**	3600	28,080	36,000
21	441	3,439	1,543	**65**	4225	32,955	47,437
22	484	3,775	1,775	**70**	4900	38,220	57,167
23	529	4,126	2,028	**75**	5625	43,875	70,312
24	576	4,492	2,304	**80**	6400	49,920	85,333
25	625	4,875	2,604	**85**	7225	56,355	102,354
26	676	5,272	2,930	**90**	8100	63,180	121,500
27	729	5,686	3,280	**95**	9025	69,395	142,896
28	784	6,115	3,659	**100**	10000	78,000	166,667

Hierros redondos macizos

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Diámetro del hierro redondo	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$	Diámetro del hierro redondo	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
mm.	mm²	Kg.	cm³	mm.	mm²	Kg.	cm³
5	19,6	0,153	0,012	**29**	660,5	5,151	2,394
6	28,3	0,220	0,021	**30**	706,9	5,513	2,651
7	38,5	0,300	0,034	**31**	754,8	5,886	2,925
8	50,3	0,392	0,050	**32**	804,2	6,272	3,217
9	63,6	0,496	0,072	**33**	855,3	6,671	3,528
10	78,5	0,612	0,098	**34**	907,9	7,082	3,859
11	95,0	0,741	0,131	**35**	962,1	7,504	4,209
12	113,1	0,881	0,170	**36**	1018	7,939	4,580
13	132,7	1,035	0,216	**37**	1075	8,385	4,973
14	153,9	1,200	0,269	**38**	1134	8,846	5,387
15	176,7	1,378	0,331	**39**	1195	9,317	5,824
16	201,1	1,568	0,402	**40**	1257	9,792	6,283
17	227,0	1,770	0,482	**45**	1590	12,405	8,946
18	254,5	1,984	0,573	**50**	1963	15,314	12,272
19	283,5	2,211	0,673	**55**	2376	18,530	16,334
20	314,2	2,448	0,785	**60**	2827	22,053	21,206
21	346,4	2,701	0,909	**65**	3318	25,892	26,961
22	380,1	2,964	1,045	**70**	3848	30,019	33,674
23	415,5	3,240	1,194	**75**	4418	34,457	41,417
24	452,4	3,528	1,357	**80**	5027	39,168	50,265
25	490,9	3,828	1,534	**85**	5674	44,260	60,292
26	530,9	4,140	1,726	**90**	6362	49,620	71,569
27	572,6	4,465	1,932	**95**	7088	55,287	84,173
28	615,7	4,802	2,155	**100**	7854	61,259	98,175

Tubos de hierro

SECCIONES, PESOS Y MÓDULOS DE FLEXIÓN

Diámetro exterior	Espesor	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$	Diámetro exterior	Espesor	Sección	Peso del metro lineal	Módulo de flexión $\frac{I}{v}$
mm.	mm.	mm²	Kg.	cm³	mm.	mm.	mm²	Kg.	cm³
I.—Tubos ligeros para trabajos de cerrajería (verjas, barras para cortinas, barandillas de escalera, etc.)									
14	1,75	67	0,525	0,185	**32**	2	189	1,470	1,331
16	1,75	78	0,612	0,252	**35**	2,25	231	1,806	1,795
18	1,75	89	0,697	0,331	**40**	2,25	267	2,081	2,380
20	2	113	0,880	0,464	**45**	2,25	302	2,357	3,080
22	2	126	0,980	0,577	**50**	2,5	373	2,710	3,221
25	2	145	1,127	0,770	**55**	2,5	413	3,246	5,178
28	2	163	1,274	0,992	**60**	3	537	4,190	6,843
30	2	176	1,373	1,155					
II.—Tubos soldados al tope para canalizaciones de agua y de gas									
11	2,5	67	0,521	0,150	**60**	5	864	6,739	11,013
13	2,5	82	0,643	0,185	**70**	5	1021	7,964	15,497
17	2,5	114	0,888	0,363	**76**	5	1135	8,699	18,585
21	3	170	1,324	0,673	**82**	5	1210	9,434	21,955
27	3	226	1,764	1,225	**89**	4,5	1195	9,314	24,028
34	3,5	335	2,616	2,325	**102**	6	1810	14,115	41,035
42	4,5	530	4,135	4,502	**114**	6	2036	15,878	52,247
49	4,5	629	4,908	6,421					

Tabla de los perfiles que deben adoptarse en la construcción de suelos

Los constructores adoptaron hace tiempo para los suelos la relación empírica: $H = 0{,}03\ L$ m., en la que H representa la altura de las viguetas y L su distancia entre apoyos en obra; pero como esta fórmula corresponde a una carga, a una separación entre viguetas y a un trabajo del metal desconocidos, los resultados son erróneos en la mayoría de los

casos que se presentan en la práctica. La fórmula exacta $\frac{pL^2}{8} = R\frac{I}{v}$ permite llegar a una aplicación precisa y, clasificando sus resultados en una serie de tablas de doble entrada, como lo hemos hecho para nuestro uso, se obtienen las tablas que siguen.

Como estas tablas pueden ser útiles, damos aquí las que se refieren a las cargas usuales.

Hemos tomado por base resistencias permanentes: 10 Kg. por mm² de sección, lo que viene a ser unos 2/5 del esfuerzo que corresponde al límite elástico del acero.

Se *observará* que, para ciertos hierros, de *altura* y de peso diferentes, la distancia máxima entre apoyos corresponde a la mayor altura y al peso más débil; así el perfil doble T 160 A.O. [1]) es más ventajoso que el 140 P.N. [2]). La elección dependerá de la altura disponible, de las facilidades de adquisición o de ensamble, etc., y para permitir esta elección libre indicamos en nuestras tablas todos los perfiles usuales.

Se admite a menudo, para las viguetas de las casas de vivienda que llevan un cielorraso en su parte inferior, que la flecha elástica debe ser inferior a 1/300 de la distancia entre apoyos: esta proporción, deducida de la observación, tiene por objeto evitar los efectos desagradables de una flexibilidad excesiva, en particular las grietas y desprendimientos en los techos de yeso. Hemos indicado en nuestras tablas la distancia entre apoyos límites para esta hipótesis.

Si se quisiera establecer un suelo con una fatiga del metal distinta de 10 Kg., que es la adoptada en nuestras tablas, habría que multiplicar las distancias máximas entre apoyos indicadas en estas tablas por los siguientes coeficientes:

0,894	para un trabajo máximo	$R =$ 8 Kg./mm²
0,949	» » »	= 9 »
1,049	» » »	= 11 »
1,095	» » »	= 12 »

[1]) Ala ordinaria. — [2]) Perfil normal.

Distancias máximas, entre apoyos, de las vigas doble T en suelos
($R = 10$ Kg./mm^2)

Perfiles de las vigas	Luz máxima para flecha $\frac{L}{300}$	Separación entre las vigas	Cargas totales en Kg. por m^2								
			300	350	400	450	500	550	600	700	800
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
80 PN	2,56	0,60	2,95	2,73	2,55	2,45	2,28	2,18	2,08	1,93	1,81
		0,65	2,83	2,62	2,45	2,31	2,19	2,08	2,00	1,85	1,73
		0,70	2,73	2,52	2,36	2,23	2,11	2,02	1,93	1,78	1,68
		0,75	2,64	2,44	2,28	2,15	2,02	1,96	1,86	1,73	1,62
100 AO	3,20	0,60	3,59	3,33	3,11	2,99	2,78	2,66	2,53	2,36	2,20
		0,65	3,45	3,20	2,99	2,82	2,67	2,56	2,44	2,28	2,12
		0,70	3,33	3,08	2,88	2,71	2,58	2,46	2,36	2,18	2,04
		0,75	3,21	2,97	2,78	2,62	2,49	2,38	2,22	2,11	1,97
100 PN	3,20	0,60	3,91	3,62	3,38	3,25	3,02	2,89	2,75	2,56	2,39
		0,65	3,75	3,47	3,25	3,06	2,90	2,78	2,65	2,45	2,30
		0,70	3,62	3,35	3,13	2,95	2,80	2,68	2,56	2,37	2,22
		0,75	3,49	3,25	3,02	2,85	2,71	2,58	2,42	2,29	2,14
120 AO	3,85	0,60	4,27	3,95	3,70	3,55	3,31	3,16	3,00	2,80	2,62
		0,65	4,10	3,80	3,55	3,35	3,18	3,04	2,90	2,67	2,54
		0,70	3,95	3,66	3,42	3,22	3,06	2,92	2,80	2,59	2,42
		0,75	3,82	3,53	3,31	3,12	2,96	2,82	2,64	2,53	2,34
120 PN	3,85	0,60	4,92	4,58	4,28	4,11	3,83	3,66	3,48	3,24	3,01
		0,65	4,75	4,40	4,11	3,88	3,68	3,51	3,36	3,11	2,92
		0,70	4,58	4,24	3,96	3,74	3,54	3,38	3,24	3,00	2,81
		0,75	4,42	4,09	3,83	3,61	3,44	3,27	3,06	2,90	2,71
140 AO	4,50	0,60	5,15	4,77	4,46	4,28	3,99	3,80	3,62	3,37	3,16
		0,65	4,95	4,58	4,28	4,04	3,83	3,66	3,50	3,24	3,04
		0,70	4,77	4,41	4,13	3,89	3,69	3,52	3,37	3,12	2,92
		0,75	4,60	4,26	3,99	3,76	3,57	3,40	3,18	3,02	2,82
140 PN	4,50	0,60	6,06	5,61	5,25	5,04	4,69	4,48	4,26	3,96	3,71
		0,65	5,82	5,39	5,04	4,75	4,51	4,31	4,12	3,81	3,57
		0,70	5,61	5,19	4,86	4,58	4,34	4,14	3,96	3,67	3,44
		0,75	5,42	5,02	4,69	4,42	4,20	4,00	3,75	3,55	3,32
160 AO	5,12	0,60	5,97	5,52	5,17	4,96	4,62	4,41	4,20	3,90	3,66
		0,65	5,73	5,31	4,96	4,68	4,44	4,24	4,05	3,75	3,52
		0,70	5,52	5,11	4,78	4,51	4,28	4,08	3,90	3,62	3,40
		0,75	5,34	4,94	4,62	4,36	4,13	3,95	3,69	3,50	3,27
160 PN	5,12	0,60	7,26	6,73	6,29	6,04	5,63	5,37	5,11	4,76	4,45
		0,65	6,98	6,46	6,04	5,70	5,41	5,16	4,94	4,57	4,28
		0,70	6,73	6,23	5,82	5,49	5,21	4,98	4,76	4,39	4,12
		0,75	6,50	6,01	5,63	5,29	5,03	4,80	4,50	4,26	3,98

Distancias máximas, entre apoyos, de las vigas doble T en suelos

($R = 10$ Kg./mm²). — *Continuación*

Perfiles de las vigas	Luz máxima para flecha $\frac{L}{300}$	Separación entre las vigas	Cargas totales en Kg. por m²								
			300	350	400	450	500	550	600	700	800
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
180 AO	5,76	0,60	6,86	6,35	5,94	5,70	5,31	5,05	4,83	4,47	4,20
		0,65	6,59	6,10	5,70	5,38	5,10	4,87	4,65	4,31	4,04
		0,70	6,35	5,88	5,50	5,18	4,91	4,68	4,47	4,15	3,89
		0,75	6,13	5,68	5,31	5,00	4,78	4,53	4,21	4,02	3,76
180 PN	5,76	0,60	8,35	7,73	7,23	6,95	6,47	6,15	5,88	5,46	5,12
		0,65	8,02	7,43	6,95	6,55	6,22	5,93	5,75	5,25	4,91
		0,70	7,79	7,16	6,69	6,31	5,99	5,72	5,46	5,14	4,73
		0,75	7,47	6,91	6,47	6,10	5,78	5,52	5,17	4,90	4,58
200 AO	6,40	0,60	7,88	7,30	6,83	6,56	6,10	5,83	5,55	5,16	4,83
		0,65	7,54	7,01	6,56	6,18	5,86	5,60	5,35	4,96	4,65
		0,70	7,30	6,76	6,32	5,96	5,65	5,40	5,16	4,78	4,47
		0,75	7,05	6,53	6,10	5,77	5,46	5,20	4,88	4,63	4,32
200 PN	6,40	0,60	10,09	9,34	8,74	8,39	7,81	7,44	7,10	6,59	6,19
		0,65	9,69	8,97	8,39	7,91	7,51	7,17	6,85	6,34	5,94
		0,70	9,34	8,65	8,09	7,62	7,23	6,90	6,59	6,10	5,73
		0,75	9,02	8,35	7,81	7,34	6,99	6,68	6,24	5,91	5,54
220 AO	7,05	0,60	8,89	8,23	7,70	7,40	6,86	6,57	6,26	5,82	5,45
		0,65	8,63	7,94	7,40	6,97	6,62	6,32	6,03	5,59	5,26
		0,70	8,23	7,62	7,13	6,71	6,38	6,08	5,82	5,39	5,05
		0,75	7,95	7,36	6,89	6,48	6,16	5,88	5,50	5,23	4,87
220 PN	7,05	0,60	—	10,34	9,61	9,29	8,65	8,25	7,86	7,31	6,84
		0,65	—	9,91	9,39	8,77	8,31	7,93	7,58	7,02	6,58
		0,70	—	9,57	8,96	8,44	8,00	7,64	7,31	6,77	6,32
		0,75	—	9,23	8,65	8,16	7,74	7,38	6,91	6,55	6,12
240 PN	7,70	0,60	—	—	10,91	10,28	9,75	9,30	8,86	8,24	7,72
		0,65	—	—	10,48	9,88	9,37	8,95	8,55	7,92	7,42
		0,70	—	—	10,09	9,51	9,03	8,62	8,24	7,63	7,14
		0.75	—	—	9,75	9,20	8,72	8,32	7,79	7,39	6,91
250 PN	8,00	0,60	—	—	—	10,91	10,34	9,82	9,36	8,73	8,17
		0,65	—	—	—	10,47	9,93	9,47	9,06	8,39	7,85
		0,70	—	—	—	10,09	9,57	9,13	8,73	8,09	7,56
		0,75	—	—	—	9,74	9,25	8,82	8,26	7,82	7,32
260 PN	8,30	0,60	—	—	—	—	10,89	10,39	9,95	9,21	8,63
		0,65	—	—	—	—	10,49	10,00	9,55	8,85	8,30
		0,70	—	—	—	—	10,10	9,62	9,22	8,63	7,97
		0,75	—	—	—	—	9,75	9,30	8,90	8,25	7,72

Cálculo de las barras comprimidas

En las páginas 73 a 78 hemos dado las fórmulas generales para el cálculo de los soportes o barras comprimidas. Cuando estas barras son de acero, laminadas o compuestas de perfiles remachados, la fórmula más empleada es la fórmula de Rankine:

$$R = \frac{P}{S}\left[1 + 0{,}0001\left(\frac{l}{r}\right)^2\right].$$

La parte entre corchetes es el coeficiente de flexión lateral que se encontrará ya calculado en la tabla de la página 634 para relaciones $\frac{l}{r}$ comprendidas entre 20 y 200, siendo esta última un máximo que hay que procurar no rebasar, pues a partir de él la fórmula de Rankine ya no es exacta.

Recordaremos que la longitud de sinuosidad l depende de la disposición de las extremidades y es igual a la longitud L de la barra si las dos extremidades son articuladas, a 0,7 L si los dos extremos son planos y están semiempotrados y a 0,5 L si las dos extremidades están empotradas.

El radio de giro r puede calcularse por la fórmula general $r = \sqrt{\frac{I}{S}}$, en la cual I es el momento de inercia de la sección transversal referido al plano de flexión lateral y S la superficie de esta sección transversal; ahora bien, para los perfiles más corrientes en el comercio, este radio de giro se determinará de la manera siguiente:

Rectángulo o hierro plano. — Siendo h la dimensión mínima, se tiene:

$$r = 0{,}289\,h.$$

Redondo macizo. — Si el diámetro es h, se tendrá:

$$r = 0{,}250\,h.$$

Redondo hueco, tubo. — Si el espesor es igual a 1/10 del diámetro exterior h, se tendrá:

$$r = 0{,}320\, h.$$

Doble T, cruz, T sencilla.—Si la doble T tiene una altura $2h$ y una anchura de alas h; la cruz es de brazos iguales de una longitud h y la T de anchura de ala h y de altura h, teniendo todos estos perfiles un espesor supuesto igual a $\frac{h}{10}$, se tiene:

$$r = 0{,}210\, h.$$

Angular aislado de ramas iguales.—Efectuándose la flexión lateral en el sentido de la menor resistencia, es decir, en el plano de la bisectriz del ángulo, si h es el lado del angular y $h/10$ su espesor, se tiene:

$$r = 0{,}197\, h.$$

Dos angulares adosados. — Es el caso de un cordón de viga de celosía o de una cercha. Si la flexión lateral se efectúa en el plano de unión de los dos angulares de lado h, se tiene:

$$r = 0{,}308\, h.$$

Es el mismo caso de un hierro en U de altura $2h$ y de anchura de ala h que flexa según su parte plana.

Si la flexión lateral se efectúa en el sentido $2h$ (par de cercha no sostenido en todos los nudos por correas) se tiene, en el caso en que los dos angulares estén remachados ala con ala sin espacio intermedio:

$$r = 0{,}420\, h.$$

Y si los dos angulares están separados por tochos de espesor $h/10$, se tiene:

$$r = 0{,}456\, h.$$

Coeficientes de flexión lateral

CALCULADOS PARA LA FÓRMULA DE RANKINE

Relación $\frac{l}{r}$	Coeficiente de flexión lateral	Relación $\frac{l}{r}$	Coeficiente de flexión lateral	Relación $\frac{l}{r}$	Coeficiente de flexión lateral	Relación $\frac{l}{r}$	Coeficiente de flexión lateral
20	1,040	65	1,422	110	2,210	155	3,402
21	1,044	66	1,436	111	2,232	156	3,434
22	1,048	67	1,449	112	2,254	157	3,465
23	1,053	68	1,462	113	2,277	158	3,496
24	1,058	69	1,476	114	2,300	159	3,528
25	1,062	70	1,490	115	2,322	160	3,560
26	1,068	71	1,504	116	2,346	161	3,592
27	1,073	72	1,518	117	2,369	162	3,624
28	1,078	73	1,533	118	2,392	163	3,657
29	1,084	74	1,548	119	2,416	164	3,690
30	1,090	75	1,562	120	2,440	165	3,722
31	1,096	76	1,578	121	2,464	166	3,756
32	1,102	77	1,593	122	2,489	167	3,789
33	1,109	78	1,608	123	2,513	168	3,822
34	1,116	79	1,624	124	2,538	169	3,856
35	1,122	80	1,640	125	2,562	170	3,890
36	1,130	81	1,656	126	2,588	171	3,924
37	1,137	82	1,672	127	2,613	172	3,958
38	1,144	83	1,689	128	2,638	173	3,993
39	1,152	84	1,706	129	2,664	174	4,028
40	1,160	85	1,722	130	2,690	175	4,062
41	1,168	86	1,740	131	2,716	176	4,098
42	1,176	87	1,757	132	2,742	177	4,133
43	1,185	88	1,774	133	2,769	178	4,168
44	1,194	89	1,792	134	2,796	179	4,204
45	1,202	90	1,810	135	2,822	180	4,240
46	1,212	91	1,828	136	2,850	181	4,276
47	1,221	92	1,846	137	2,877	182	4,312
48	1,230	93	1,865	138	2,904	183	4,349
49	1,240	94	1,884	139	2,932	184	4,386
50	1,250	95	1,902	140	2,960	185	4,422
51	1,260	96	1,922	141	2,989	186	4,460
52	1,270	97	1,941	142	3,016	187	4,497
53	1,281	98	1,960	143	3,045	188	4,534
54	1,292	99	1,980	144	3,074	189	4,572
55	1,302	100	2,000	145	3,102	190	4,610
56	1,314	101	2,020	146	3,132	191	4,648
57	1,325	102	2,040	147	3,161	192	4,686
58	1,336	103	2,061	148	3,190	193	4,725
59	1,348	104	2,082	149	3,220	194	4,764
60	1,360	105	2,102	150	3,250	195	4,802
61	1,372	106	2,124	151	3,280	196	4,842
62	1,384	107	2,145	152	3,310	197	4,881
63	1,397	108	2,166	153	3,341	198	4,920
64	1,410	109	2,189	154	3,372	200	5,000

ÍNDICE ALFABÉTICO

C

G

H

I

J

L

Ll

M

Z

ÍNDICE ANALÍTICO

Introducción

Págs.

CAPÍTULO PRIMERO

Hierro, fundición, acero, combustibles

CAPÍTULO II

Suelos de hierro, dinteles, jácenas, vigas

CAPÍTULO III

Resistencia de materiales

CAPÍTULO IV

Columnas de fundición. — Consolas de fundición. — Columnas de hierro huecas. — Entramados metálicos. Montantes compuestos de hierro

CAPÍTULO V

Armaduras de cubiertas, mercados cubiertos

Págs.

CAPÍTULO VI

Pasarelas y pequeños puentes

CAPÍTULO VII

Escaleras de hierro

Capítulo VIII

Criaderos de plantas, invernaderos, jardines de invierno, calefacción

Capítulo IX

Pajareras, cenadores, quioscos

CAPÍTULO X

Tejadillos, marquesinas, verandas, miradores

CAPÍTULO XI

Verjas, rejas

Capítulo XII

Paneles de puertas, balcones y barandillas

Págs.

Capítulo XIII

Elementos diversos de cerrajería y de herrería artística

Capítulo XIV

Ferretería de la edificación

Capítulo XV

Principales ensambles empleados en cerrajería